

Universidad de Chile
Facultad de Economía y Negocios
Escuela de Economía y Administración



Impacto de los Fondos de Inversión en el Precio del Cobre

Seminario de título INGENIERO COMERCIAL, Mención Economía

Hernán Felipe Jiménez Aguayo

Profesor Guía: Manuel R. Agosín

Santiago de Chile
2010

Impacto de los Fondos de Inversión en el Precio del Cobre

Hernán Felipe Jiménez Aguayo¹

Profesor Guía: Manuel R. Agosín

Resumen

Este trabajo busca encontrar evidencia que permita afirmar que el precio del cobre ha aumentado en los últimos años debido al ingreso de agentes especuladores al mercado. Para poder responder esa pregunta, se estudia al mercado del cobre en donde se observan a los agentes que participan y cuáles son los motivos que tienen para hacerlo. Luego se explica cómo la especulación puede afectar el mercado de los *commodities* hasta llegar al precio spot. Una vez claro con el mercado del cobre se construyeron dos modelos, uno con variables fundamentales y otro que incluye además variables especulativas y de contingencia. La mayoría de los datos para estos modelos fueron proporcionados por la Corporación Nacional del Cobre, CODELCO, Chile y obtenidos por las bases de datos en Internet de las distintas fuentes consultadas. Las regresiones de los datos se realizaron ocupando el programa de análisis de datos y estadístico Stata™ Special Edition 10.1.

Los resultados obtenidos son que, a pesar de ser estadísticamente significativa, la especulación en el modelo no es lo suficientemente fuerte como para producir un aumento de tal gran magnitud en el precio del cobre. Además, el coeficiente de esta variable ha aumentado en el tiempo, volviéndose más importante para explicar los movimientos del precio en el modelo pero disminuye a partir del año 2000. A pesar de eso, la variable es significativa todo el periodo y positiva. La observación de los resultados deja ver un posible cambio estructural dentro del modelo que no fue testeado por este trabajo.

¹hernan.f.jimenez@gmail.com +56 9 98260537

A mi familia, por todo lo que me han enseñado y hacer de mí la persona que soy.

A Vivian, por todo el cariño y las alegrías que me has dado.

Agradecimientos

Quiero agradecer a Enrique Silva y a Cristián Foix de la Gerencia Corporativa de Estudios y Diseño Estratégico de CODELCO Chile, junto a todas las personas que ahí trabajan por el apoyo, tiempo y sugerencias brindadas. A Juan Cristóbal Ciudad de COCHILCO por sus lecturas y comentarios que ayudaron a este trabajo.

A mis compañeros de universidad, que hemos compartido cinco años de nuestras vidas y en donde he encontrado a grandes personas, en especial a Christopher B., Felipe H. y a Pablo H. Gracias por su amistad, apoyo y todas las horas de estudio y distracción.

Índice

1. INTRODUCCION	1
2. MARCO TEORICO	3
2.1. Trabajos Predictivos	3
2.2. Trabajos Explicativos	4
2.3. Resumen	8
3. EL MERCADO DEL COBRE	8
3.1. Los Agentes del Mercado	8
3.2. Motivos de Participación	10
4. LA ESPECULACION EN EL MERCADO	12
5. LOS MODELOS	14
5.1. Variables Fundamentales	14
5.2. Variables Especulativas y Contingentes	15
5.3. Resultados Preliminares	16
6. LOS DATOS	17
6.1. Descripción de los Datos	17
6.2. Comportamiento de los Datos	18
7. RESULTADOS	22
7.1. Resultados Variables Estacionarias	22
7.2. Resultados Variables en Niveles	25
7.3. Regresiones Temporales (<i>Rolling-reg</i>)	27
7.3.1. Modelo Variables Estacionarias	28
7.3.2. Modelo Variables en Niveles	31
8. CONCLUSIONES	34

Índice de figuras

1.	Volatilidad del Precio del Cobre en términos Reales	9
2.	Posiciones de Agentes No Comerciales	11
3.	Precio Real del Cobre	19
4.	Niveles de Inventarios Comerciales, de Bolsas y el Precio del Cobre	19
5.	Inventarios Expresados en Semanas de Consumo y el Precio Real del Cobre	20
6.	Precio Real de T-Bills de 3 Meses y el Precio Real del Cobre	20
7.	Tipo de Cambio Real - Real Broad Dollar Index	21
8.	Relación de Posiciones Largas con Respecto al Mercado de los Agentes No Comerciales	21
9.	Resumen de <i>Rolling-Reg</i> para Variables Estacionarias	28
10.	Coeficientes de las Variables Estacionarias del Modelo Base a través del tiempo	29
11.	Coeficientes de las Variables Estacionarias del Modelo Ampliado a través del tiempo	30
12.	Resumen de <i>Rolling-Reg</i> para Variables en Niveles	31
13.	Coeficientes de las Variables en Niveles del Modelo Base a través del tiempo	32
14.	Coeficientes de las Variables en Niveles del Modelo Ampliado a través del tiempo	33

Índice de cuadros

1.	Estadística Descriptiva de las Variables Empleadas	18
2.	Test de Raíz Unitaria de Dickey-Fuller Aumentado para las Variables . . .	22
3.	Resultados Regresiones Variables Estacionarias	24
4.	Resultados Regresiones Variables en Niveles	26

1. INTRODUCCION

El precio de un activo tiene que reflejar toda la información relevante sobre el valor de ese activo, según señala la Teoría de Mercados Eficientes. Los estudios sobre el mercado accionario han intentado entregar evidencia sobre esta teoría, partiendo de que los retornos son independientes a los retornos anteriores, es decir, que se comportan como un camino aleatorio. Otros dicen que los precios se mueven por sus fundamentales. Antes de eso, la creencia iba en que los precios se mueven por especulación, en donde uno de los ejemplos que se da es el del concurso de belleza de Keynes, en donde los analistas no dicen las acciones que ellos piensan que es la mejor, sino que la que todos piensan que es la mejor. Y así han salido trabajos que confirman una posición con respecto a otra a través del tiempo. Fama (1970) hace un resumen sobre los trabajos empíricos y teóricos que se habían realizado hasta el momento sobre la eficiencia del mercado. Luego de este famoso trabajo, Grossman y Stiglitz (1980) hacen una crítica sobre la eficiencia de los mercados en términos de información.

Como podemos ver, hay tres maneras de cómo se formarían los precios en un mercado: a través de un proceso de camino aleatorio, por sus fundamentales o por especulación de los agentes. Pero en la práctica vemos que la información que entregan los precios viene con algunas distorsiones o ruidos que no permiten capturar la información que nos entregan. Esto trae consigo algunos problemas, pero también entregan los incentivos para que los agentes se informen y pueden obtener rentas superiores a las del mercado. Jones y Netter (2008) explican de forma breve los puntos de vista de esta teoría en el tiempo.

El precio del cobre ha experimentado un fuerte crecimiento durante los últimos años, partiendo esta alza a comienzos del año 2003, después de una caída constante desde fines de los años 80 con algunos períodos de recuperación.

Las condiciones de la economía hace un tiempo atrás mostraba tener un crecimiento sostenido, en donde más personas compraban más bienes durables, como por ejemplo nuevas casas de vivienda primaria o secundaria, debido a que tenían una sensación de mayor riqueza. En el sector financiero, las bajas tasas de interés hacían que las inversiones tradicionales perdieran rentabilidad, por lo que se dirigían a segmentos más riesgosos o mercados no explotados antes por los agentes financieros de la economía.

De lo anterior podemos obtener posibles razones de por qué se observa un gran crecimiento del precio del cobre durante estos últimos años. La primera apunta a una mayor demanda del cobre para la construcción de viviendas y bienes durables que lo emplean dentro de su proceso de fabricación, como automóviles, electrodomésticos y equipos eléctricos, entre otros. Esto lo acentúa China, que ha tenido un crecimiento elevado desde el comienzo

de sus reformas económicas, que parten de forma piloto en algunas localidades o sectores y una vez que se obtienen los resultados esperados se implementan a nivel nacional. Esto significa que el consumo de cobre, gracias a una mayor construcción de viviendas, bienes durables, inversión en infraestructura y en sectores intensivos en energía, aumente a través del tiempo, haciendo que el crecimiento del consumo de cobre esté por sobre la tasa de crecimiento del PIB. Debido a que la producción de cobre en China es baja, ha tenido que importar gran cantidad del cobre que requiere. Heimlich (2008) entrega antecedentes sobre el crecimiento de China y el consumo de cobre. Esto es una explicación a través de las variables fundamentales del cobre, es decir, que el precio ha aumentado debido a un desplazamiento de la demanda.

La segunda razón expuesta es que las bajas tasas de interés hicieron que la rentabilidad de las inversiones de agentes financieros se redujeran, lo que los motivó a entrar a segmentos más riesgosos en los mercados en que operaban o incursionar en mercado que no eran explotados fuertemente por ellos. Esto los lleva a mirar el mercado de los *commodities* para obtener una mayor rentabilidad. Este mercado para los agentes financieros era conocido debido a que es un buen instrumento para protegerse de la inflación. Debido al escenario en que estaban, ahora se presentaba como un buen instrumento de inversión para maximizar la rentabilidad de sus carteras, lo que los lleva a ingresar en ellos a través de los activos derivados que se transaban en el mercado.

Si suponemos que la mayoría de los agentes financieros presentan un comportamiento en manada, veremos un gran aumento de estos agentes en el mercado del cobre. Esta razón presentaría una respuesta al aumento del precio del cobre por la vía de los mercados financieros, en donde los agentes financieros especulan sobre el precio y dependiendo del poder que tengan, puedan influir sobre él llevándolo a que aumente o que experimente una gran caída, si los agentes financieros tienen una gran presencia en el mercado y retiran sus posiciones en manada.

Cuál de estas dos razones es la que está detrás del movimiento del precio del cobre es lo que busca encontrar este trabajo. Es decir, si el precio nos entrega información sobre los fundamentos detrás del activo debido a un aumento en los agentes demandantes de cobre, por ejemplo, o si la especulación ha desviado la valoración del cobre debido a que agentes financieros ingresan al mercado de los *commodities* en busca de aumentar la rentabilidad de sus carteras de inversión, llevando al alza los precios, incluyendo el del cobre.

El resto del trabajo se organiza de la siguiente forma: En la sección 2 nos introduciremos en el Marco Teórico, en donde veremos trabajos sobre el modelamiento del precio del cobre, luego en la sección 3 se presentan a los agentes que participan en el mercado del cobre. La sección 4 nos mostrará cómo se genera la especulación en el mercado del cobre. En la

sección 5 y en la 6 se presentan los modelos y los datos usados, respectivamente. Luego, se presentan los resultados en la sección 7 para finalmente concluir.

2. MARCO TEORICO

La literatura sobre el comportamiento de los precios de los *commodities* es extensa. Pero nosotros nos detendremos a ver los trabajos que hablan sobre el cobre, el cual es considerado como un metal industrial. Para ello los separaremos en dos: los trabajos que buscan predecir el precio del cobre y aquéllos que buscan explicar qué variables inciden sobre el precio del cobre.

2.1. Trabajos Predictivos

Engel y Valdes (2001) comparan la capacidad predictiva de mediano plazo de una serie de modelos para el precio del cobre, ocupando un modelo base para realizar las comparaciones. El modelo base es el camino aleatorio, ya sea con o sin drift. La razón para emplear este modelo es que “el arbitraje lleva a que no existan cambios predecibles en el precio. (...) La existencia de un drif positivo refleja el costo de oportunidad de mantener el activo”.

Al comparar los modelos econométricos con los de camino aleatorio para la cocoa, el café, el cobre y el azúcar, se encontró que el camino aleatorio predecía de mejor forma que el modelo econométrico correspondiente. Engel y Valdes testean la hipótesis de que el logaritmo del precio del cobre deflactado por el índice de precios al productor de Estados Unidos tenga raíz unitaria. Los test realizados por los autores no permiten rechazar la hipótesis de que el precio del cobre sigue un camino aleatorio para datos anuales y trimestrales. Es importante tener en cuenta que estos resultados dependen de la longitud del tiempo que se testee.

Para ver cuál es el modelo predice de mejor forma, se tienen que comparar fuera de la muestra, que es en donde se obtiene la utilidad de un modelo de predicción. Al comparar el camino aleatorio con otros modelos se obtiene que para un horizonte de predicción de un año, el mejor modelo es el camino aleatorio. Cuando se trabaja con horizontes de 2 a 5 años, el que presenta un menor error cuadrático medio es el AR(1). La media móvil de cinco años predice de mejor forma horizontes de 2 a 4 años, pero es menos precisa para un año y para horizontes de 5 años.

La conclusión de este trabajo es que frente a proyecciones fuera de muestra de corto

plazo, el mejor modelo para predecir el precio del cobre es un camino aleatorio; mientras que para el mediano plazo un modelo AR(1) parece ser el más adecuado.

Pérez (2009) entrega un modelo de predicción del precio del cobre basado en variables fundamentales. Para ello Pérez se basa en la teoría del comercio internacional, en donde crea dos países que comercian entre ellos, uno es el importador del *commodity* y el otro es un país menos desarrollado que basa su crecimiento en la exportación del *commodity*. Después de las especificaciones de cada país, se obtiene una forma reducida para la ecuación del precio, la que considera como variable el nivel agregado de producción del grupo de países importadores, el índice de producción industrial y los inventarios de cobre. Además, se agregan costos de ajuste al modelo para poder obtener un equilibrio de corto plazo. Este trabajo considera a China como variable, pero debido a que su participación es relativamente reciente, no se cuenta con una serie larga para su completa integración al modelo. Dado esto, se crea una variable binaria en remplazo la cual obtiene el valor de 1 desde el año 2000 en adelante.

Se concluye que la producción industrial, los inventarios y el tipo de cambio son variables relevantes en la determinación del precio del cobre. Además se demostró la importancia que tiene China, ya que la variable binaria empleada resulta significativa y positiva.

2.2. Trabajos Explicativos

Fisher et al. (1972) establece un modelo econométrico del mercado mundial del cobre desagregado. Para ello, genera ecuaciones que estiman la producción de los principales productores de cobre de la época, Estados Unidos, Chile, Zambia, Canadá y la producción del resto del mundo excluyendo al bloque de países del este, con producciones de 28,4; 15,5; 15,2; 10,6; y 30,3 % respectivamente. A su vez, crea ecuaciones de demanda separadas por las áreas de mayor consumo. Fisher et al. separa el consumo de Estados Unidos con el del resto del mundo, ya que en Estados Unidos se consideró el precio del *Engineering and Mining Journal*, distinto al de la Bolsa de Metales de Londres (LME). Además, se considera una segunda fuente de obtención de cobre que proviene del reciclaje del metal a través chatarra vieja que contiene cobre. Para la demanda del resto del mundo se emplea el precio de la LME que se asume como el precio competitivo de mercado. Cabe mencionar que la curva de oferta estimada para Chile se usó sólo de forma comparativa y no estimativa debido a las políticas que se tomaban con las mineras en ese entonces.

Con esto en consideración, el autor crea las funciones de oferta de los países con elementos característicos de cada uno de los productores, como también con las características de las áreas demandantes de cobre, en este caso Estados Unidos, Europa, Japón y el resto del

mundo, tomando en cuenta también los productos sustitutos del cobre, como el aluminio.

Las principales conclusiones que se obtienen de este trabajo son la alta elasticidad de la oferta junto con una lenta velocidad de ajuste (cuan rápido se ajusta la producción actual con la deseada) y la elasticidades de corto plazo relativamente bajas. La inestabilidad de los precios que se presentan entre corto y largo plazo se reflejan a través de los inventarios. Una caída en la demanda, dada la baja elasticidad de corto plazo y la gran elasticidad de largo plazo, lleva a una gran acumulación de inventarios. Esto en el tiempo deprimirá al precio, el cual se mantendrá así mientras se siga acumulando inventario. Un giro en las condiciones económicas lleva a un cambio en la demanda y desacumulación de inventarios provocando un incremento en el precio.

En el trabajo similar realizó Vial (1988) en su tesis doctoral, la cual es revisada posteriormente en Vial (2003) para incorporar cambios que se produjeron en el mercado. El modelo que se observa es similar al de Fisher, separando por países la producción y consumo, y además por tipo de cobre, ya sea concentrado, fundido o refinado. También separa por fuente, ya sea producción primaria o secundaria. Vial menciona que en los modelos anteriores se dejan de lado consideraciones importantes que hay que tener cuando se modela y se testea el equilibrio de mercado. En su trabajo de 1988, Vial menciona la importancia que tiene el cobre para las economía de los países exportadores, poniendo especial énfasis en los países menos desarrollados y su impacto en la economía real. En ejemplo de aquello es “cuando el precio del cobre cae, los países se enfrentan a un severo problema de balanza de pagos, forzando a devaluar su moneda con lo que restablecen la competitividad en el corto plazo, incluso incentivándolas [a las cupieras] a aumentar la producción”. Aquí podemos ver el gran problema que tienen los países en donde gran parte de su exportación se compone por el *commodity* y tienen tipo de cambio fijo para realizar este tipo de política.

Una aclaración importante que hace Vial es la importancia de definir el plazo para modelar, es decir, si se planea modelar los mercados en el largo, mediano o corto plazo; ya que cada uno tiene elementos únicos a considerar. En el largo plazo, la mayor consideración es el agotamiento, por lo que hay que modelar formas de sustitución o exploraciones de nuevos yacimientos. En el mediano plazo, se tienen que considerar los elementos que mueven las curvas de oferta y demanda. Para el corto plazo, se requiere explicar los movimientos de precio, inventarios, especulación, ajustes frente a shocks y las expectativas que se forman en el mercado.

El trabajo realizado el 2003, encuentra que las propiedades del modelo dentro del período muestral están en los rangos esperados. Las proyecciones fuera de la muestran indican que el modelo es estable. Un punto interesante que resalta Vial es que, a pesar de los cambios de especificaciones del modelo del 2003 con respecto al de 1988, las elasticidades

de precio resultan similares. Algunos de los resultados de este trabajo muestran que el consumo mundial en los países en vías de desarrollo se debe a reubicación de industrias de países desarrollados por disminución de costos. La elasticidad-precio del consumo y producción son muy bajas, lo que coincide con estudios previos. Los ciclos del mercado del cobre son prolongados, por lo que los shocks se pueden percibir por 4 ó 5 años. El crecimiento mundial es un elemento clave en la determinación del precio mientras que las tasas de interés tienen una relación inversa, pero de más corto plazo.

En el trabajo de De Gregorio et al. (2005) buscan examinar el impacto de los tipos de cambio reales sobre los precios de los *commodities*, en particular el cobre, y analizar su impacto sobre los términos de intercambio de Chile. Los autores mencionan que un factor fundamental es la actividad económica mundial, ya que el crecimiento de la producción llevará a un incremento en los precios de los productos básicos, los cuales son empleados como insumos para la creación de los bienes finales. Otro factor es el tipo de cambio real de las principales regiones del mundo, ya que los cambios en las paridades internacionales generan cambios en la demanda relativa entre regiones y que finalmente afectan a los precios de los bienes. En países pequeños que no influyen en los precios no existen problemas, pero cuando los cambios de las paridades en países importantes se traducen en variaciones del tipo de cambio real, afecta el precio relativo de los bienes.

Para realizar el modelo se parte de uno simple para un *commodity* genérico de donde se obtendrá el precio relativo que será la base de las estimaciones. De esa forma se elimina la moneda en que se transa y se deja que el precio relativo se determine por la oferta y demanda mundial. Con ello se busca ver los efectos que tienen los movimientos del tipo de cambio con el *commodity* y los otros bienes en precios relativos. Luego, se pueden analizar los efectos de una depreciación nominal. La teoría muestra que si se deprecia el dólar en el mundo, el tipo de cambio nominal sube con respecto a las otras monedas. “Si rige la ley de un sólo precio, todos los precios expresados en dólares subirán de precio en la misma proporción”. Es decir que los precios relativos se mantienen iguales, incluyendo los tipos de cambio reales. Pero en la práctica existen rigideces de precios o bienes no transables, por lo que no todos los precios pueden subir en la misma proporción. Con esto, las depreciaciones nominales se transforman en depreciaciones reales, lo que quiere decir que la cantidad de demanda sube en el resto del mundo debido a que se les hace relativamente más barato.

De este trabajo se obtiene que una depreciación real del dólar estadounidense, como la que empezó a mediados del 2002, genera un aumento en el precio del cobre en términos del índice de precio de los productos de EE.UU. Por otro lado, una caída de los inventarios respecto al nivel de producción mundial también genera un aumento del precio del cobre. La depreciación real de otras monedas también inducen un aumento del precio relativo

del cobre respecto a bienes producidos en esas economías. Sin embargo, este efecto es estadísticamente más débil.

Ciudad (2005) busca analizar los principales factores que determinan el precio del cobre en el corto plazo y luego ver la capacidad predictiva del modelo. Para ello define los participantes del mercado, ya sean inversionistas o participantes del mercado físico y los elementos que determinan los comportamientos de cada uno de ellos. Ciudad se centra en variables que expliquen el ciclo de liquidez de la economía y los relacionados con la disponibilidad del *commodity* en el corto plazo. Además agrega un componente que no se había utilizado antes en otros trabajos, que es la participación de los inversionistas en el mercado. El fin de agregarlos fue para mejorar la proyección del modelo y por lo tanto no buscaba explicar causalidades de éstas. A diferencia de otros autores, Ciudad emplea series nominales debido a que esas son las series que miran los analistas de mercados y no las series reales, además de los sesgos que pueden generar los deflatores.

La principal conclusión es que existe evidencia de que los especuladores afectan los precios con las posiciones que toman, pero solamente en el corto plazo debido al alcance que tiene el estudio, además de una serie de relaciones que se encontraron en el modelo empleado.

Por último, Jaramillo y Selaive (2006) abordan el tema ocupando la nueva variable empleada por Ciudad. Los autores observan un aumento en la volatilidad del precio y que conjuntamente se ha observado un incremento de la participación de un grupo de agentes en los productos básicos. Ellos son los Agentes No Comerciales como los clasifica el US Commodity Futures Trading Commissions. Estos agentes son asociados a especuladores, inversionistas y/o *hedge funds* los cuales han tenido una creciente participación en el mercado. Lo que los autores intentan observar es si las posiciones de estos agentes tiene impacto en el precio del cobre y ver si incrementan la volatilidad del precio con sus operaciones.

La tendencia del precio aparentemente se comporta según sus fundamentos en toda la serie que se emplea para el análisis. Mientras que en la volatilidad del precio no es posible observar patrones claros para tener una relación significativa entre volatilidad y posiciones de agentes especuladores, sí es claro el significativo aumento de la actividad del mercado de derivados.

Al realizar las estimaciones, cuando se incorporan las variables de especulación, estas resultaron ser no significativas o con signo contrario para la dinámica de largo plazo. Al verlo para el corto plazo, las variables tienen significancia y signo esperado.

La conclusión que se obtiene es que no hay efectos permanentes o capacidad predictiva de estos agentes sobre el precio. Pero sí se puede explicar una variación transitoria del

precio. En la volatilidad se tienen efectos positivos aunque marginalmente no significativos sobre la volatilidad del precio.

2.3. Resumen

Como podemos ver, existen diversos trabajos que han tratado de modelar el comportamiento del precio del cobre, los cuales separamos en trabajos predictivos y explicativos. Los trabajos predictivos pueden ser unos modelos simples, pero eficaces para el corto y mediano plazo, como lo son el camino aleatorio y el modelo AR(1); o modelos que se construyen en base a múltiples ecuaciones hasta llegar a una simplificación. Por otro lado, los trabajos explicativos van desde el modelamiento del mercado completo hasta la forma reducida de una ecuación. Cada vez vemos más formas simplificadas que modelos complejos en los trabajos más recientes.

Para efectos de este trabajo, no se realizará un modelamiento predictivo del precio ni un modelamiento del mercado entero como lo hizo Fisher y Vial, pero sí se tomarán en cuenta observaciones que mencionan en sus trabajos con respecto a las consideraciones que se deben tener. En conjunto, éstos entregan una gran cantidad de información que nos guiará en la realización de este trabajo, el que busca encontrar evidencia significativa y/o económica de que los agentes no comerciales afectan el precio del cobre.

3. EL MERCADO DEL COBRE

Es importante, antes de partir, observar a los agentes que participan en el mercado del cobre y cuáles son sus motivaciones para participar en él.

3.1. Los Agentes del Mercado

Al comienzo, los únicos agentes que participaban del mercado del cobre eran los productores, transformadores (como fundiciones o refineras), mayoristas y consumidores. Con la aparición de activos derivados, lentamente se empezaron a ver nuevos agentes que no tenían relación alguna con el mercado físico. A medida que estos agentes mejoraban la rentabilidad de sus carteras, más y diversos agentes empiezan a ingresar al mercado de *commodities*.

De forma simple podemos dividir a los agentes que participan en el mercado del cobre en dos: los inversionistas o especuladores y los que participan del mercado físico. Ciudad (2005) describe a los inversionistas como agentes que llevan a cabo sus operaciones sólo en base

a expectativas sobre las distintas variables del mercado sin participar en el mercado físico subyacente; mientras que los otros agentes, como productores, transformadores, mayoristas o consumidores, sí participan del mercado físico por lo que están interesados en lo que pasa en los fundamentos del mercado.

En base a lo anterior podemos guiarnos por la clasificación que tiene la US Commodity Futures Trading Commission que los distingue entre Agentes Comerciales, Agentes No Comerciales y Sin Clasificación.

El beneficio que reporta la participación de los agentes no comerciales en el mercado es de que sea más profundo, es decir, hacen que el mercado sea más líquido, por lo que se facilita la venta y compra de los futuros sin incurrir en precios desfavorables. La contraparte de estos beneficios, es que generan mayor volatilidad en los precios ya que la información se incorpora de manera más rápida en los precios de los activos. La figura 1 nos muestra estas volatilidades en términos reales.

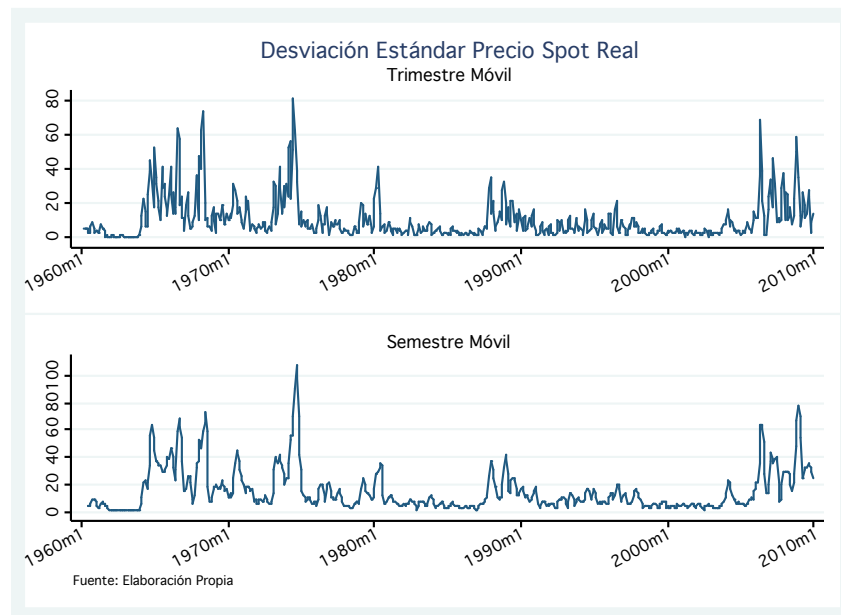


Figura 1: Volatilidad del Precio del Cobre en términos Reales

Por otro lado, los agentes comerciales son los productores, consumidores, los procesadores e intermediarios. Ellos, en sus distintas etapas dentro de producción “final”, cobre refinado por ejemplo, se ven afectados por los precios.

Los motivos para participar en el mercado de futuros se verán para ambos agentes a continuación.

3.2. Motivos de Participación

El motivo de participación de los inversionistas dentro del mercado puede variar dependiendo de su objetivo y/u horizonte de inversión, el cual determinará la decisión del agente. Para ello, nos basaremos en Ciudad (2005). La clasificación que se le puede dar va desde Fondos de Cobertura con *commodities* centrales, que son fondos que se fijan más en los fundamentos del mercado, Fondos de Cobertura con *commodities* no centrales, *Commodity Trade Advisor*, hasta los Fondos de Pensiones, que son agentes que se focalizan más en la rentabilidad de sus carteras en el largo plazo, pero sin fijarse completamente de los fundamentos, es decir, lo ven como un instrumento más de inversión.

El estilo en el que se basan las decisiones del agente lo clasificará en “chartista” o fundamentalista. Los agentes chartistas son aquéllos que emplean principalmente el análisis técnico como base para definir las posiciones que tomará, mientras que por el otro lado, los agentes fundamentalistas tomarán sus decisiones en base a cuán lejos está el precio actual de sus fundamentos, ya que el precio no puede estar siempre alejado de ellos. Por lo tanto, si los fondos de inversiones analizan los fundamentos del activo en el que invierten, serán agentes fundamentalistas; mientras que si los fondos se basan en análisis técnico del activo en que invierten son los chartistas.

La participación de los agentes no comerciales antes del año 2000 era en promedio de un 32,44% sobre el Open Interest, mientras que desde ese año hasta el año 2009 es de 45,09%. La figura 2 nos muestra las posiciones de los agentes no comerciales sobre el Open Interest.

Hay que tener en cuenta que estos datos son de contratos estándar que se transan en el mercado. Hay que considerar que también existen contratos que son hechos a la medida de la entidad que lo solicite y se denominan contratos *Over-The-Counter* (OTC). Domanski y Heath (2007) muestra que los valores transados en *commodities* por contratos OTC alcanzan, según las estadísticas del Bank For International Settlements, los US\$6,4 trillones a mediados del 2006; lo que es alrededor de catorce veces el valor de 1998. Además señala que, por ejemplo, el 90% de las transacciones de opciones y *swaps* se realizan *over the counter*.

Jaramillo y Selaive (2006) mencionan al menos tres motivaciones o razones detrás del aumento o evolución de las posiciones de los especuladores:

1. Noticias sobre los fundamentos del precio, incrementando o disminuyendo sus posiciones. Nuevos proyectos, incremento de inventarios estratégicos, cambios transitorios o permanentes de la demanda de los agentes comerciales, etc.

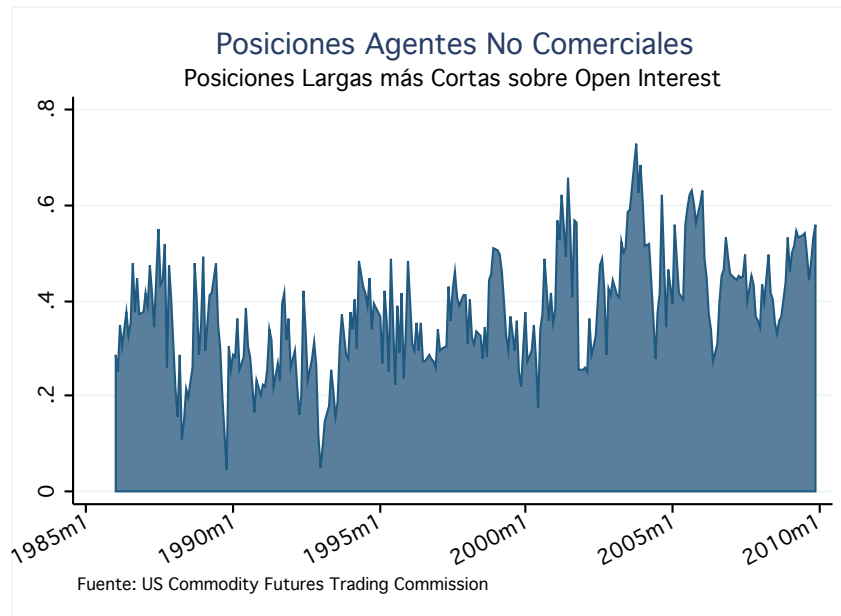


Figura 2: Posiciones de Agentes No Comerciales

2. Comportamiento de manada, siguiendo los movimientos de agentes que son considerados con mayor información o especialistas de mercado.
3. Entrada de nuevos especuladores en el mercado.

De estas motivaciones se esperan algunas respuestas del mercado. Si las noticias son capturadas por los agentes comerciales se esperaría una mejora en el funcionamiento del mercado como se señaló anteriormente, o simplemente no tener efecto alguno. De tener efecto, los agentes no comerciales pueden corregir los precios de forma más rápida, ya que cambiarían sus posiciones cuando incorporan nueva información; y si no lo tiene, quiere decir que los especuladores tienen la misma información que los agentes comerciales. Se espera que sus movimientos sean más lentos por lo que seguirían los movimientos de los agentes comerciales. Esto es un comportamiento de manada, segunda razón por la que pueden aumentar las posiciones de los especuladores, lo que significa un aumento en la volatilidad del precio a medida que éstos van cambiando sus posiciones repetidamente. Aquí, Jaramillo y Selaive reconocen a dos tipos de agentes no comerciales que tienen comportamiento de manada: los agentes reactivos y los activos. Los agentes reactivos tienen efectos sobre la volatilidad; mientras que los activos toman decisiones en forma independiente, por lo que no se esperaría que la volatilidad aumente. Finalmente durante los últimos años, se ha observado un aumento de agentes no comerciales como fondos mutuos, *hedge funds*,

etcétera que, dependiendo si son activos o reactivos, tendrán efectos sobre la volatilidad del precio. La gran mayoría de ellos no presta atención a los fundamentos del mercado, por lo que su actuar tendría sólo efectos en la volatilidad.

El tercer y último elemento que se puede considerar como motivación de la participación de los agentes comerciales es la creación de nuevos instrumentos de inversión que se desarrollan en los mercados financieros. Un ejemplo de esto son los *Exchange-Traded Funds* (ETF), que son fondos mutuos transados en bolsas. El primero de ellos con *commodities* fue uno para el oro creado en el año 2003 y desde entonces este instrumento ha crecido por lo general en base a índices de *commodities* que incluyen distintos metales, entre ellos el cobre. Como menciona Domanski y Heath, las estrategias de los agentes también han ido variando dependiendo de los inversionistas, en donde pueden seguir una estrategia pasiva de inversión o una estrategia *roll return*. Hay que tener en cuenta que los ETF pueden ser físicos, los que afectarían directamente a los fundamentos, o en base a los derivados, afectando indirectamente a los fundamentos a través de la curva *forward*.

Los agentes comerciales también participan del mercado de futuros y Ciudad menciona cuáles son las razones que tienen los agentes comerciales para hacerlo. En el caso de los productores buscan cubrirse del riesgo de cambio de precio en la producción futura; lo que hace que su posición en el mercado futuro sea vendedora de futuros, evitando el riesgo de ser afectados por una baja en los precios. Para los consumidores finales del *commodity*, dado que lo ocupan como insumo de su producción, por lo que buscan es evitar incrementos de precios que aumenten su costo; por lo que la posición de los consumidores es de compradora de futuros. En el mediano y largo plazo los incrementos de precios de sus insumos pueden ser traspasados a sus consumidores finales. Por último, los procesadores e intermediarios se ven afectados mientras tengan el *commodity*, por lo que su participación en el mercado futuro va a depender de si se encuentran o no en un escenario desfavorable, es decir, frente a caídas del precio entre el periodo de tiempo que compran cobre y lo venden

4. LA ESPECULACION EN EL MERCADO

La pregunta que viene a la mente cuando se analiza este tipo de mercados es cómo los agentes comerciales puede afectar el precio spot si ellos no mantienen inventarios ya que participan de los mercados derivados.

Por un lado, Kocagil (1994) presenta una cantidad de trabajos que mencionan la capacidad que tienen los mercados futuros, y la especulación en esos mercados, en la estabilización del precio spot, por lo menos en el largo plazo.

Pero el reciente reporte de la Organización de las Naciones Unidas (2009), capítulo II, dice lo contrario, ya que menciona la importancia de la fuerza del arbitraje la cual puede cambiar el precio spot del mercado seguido de los cambios en los precios de futuros. El efecto en el precio spot se debe a la baja elasticidad de corto plazo que tiene la oferta y la demanda de cobre. Además, la “financiarización” de las transacciones de los *commodities* crea un aumento en la volatilidad de los precios, como se mencionó en la sección anterior, lo que significa un aumento en la demanda precautoria. Esto implica que aumentos en el precio spot no se debe asociar con una caída en la demanda y por ende en una acumulación de inventarios.

Otro punto que ataca este reporte es la hipótesis de la “eficiencia del mercado”, que mencionamos anteriormente, con dos razones, por lo menos para el corto plazo. La primera de ellas es que los cambios en las posiciones del mercado pueden ocurrir en respuesta a otros factores, además de la información sobre los fundamentos del mercado. La segunda es que los cambios de posiciones de un participante que puede ser tan grande en relación al mercado, tienen la capacidad de mover precios.

Como podemos ver, la primera razón tiene estrecha relación con la información que maneja cada agente no comercial y su comportamiento frente a ella, ya que va a depender de las características de la(s) cartera(s) que maneje(n). La segunda razón se relaciona con el crecimiento en participación que tienen los agentes del mercado financiero en los *commodities*. La combinación de éstas dos puede tener diversos efectos los mercados de *commodities*, ya que si existe una gran cantidad de agentes no comerciales chartistas van a tener comportamientos que pueden ir a favor del mercado o en contra, sin importar los fundamentos. Estos comportamientos son potenciales creaciones de burbujas especulativas ya que al tener un mercado favorable más agentes van a empezar a comprar, debido a sus análisis, aumentando la rentabilidad en sus carteras y con ello llevando a más agentes, incluso a fundamentalistas, a cambiar sus estrategias y comprar, alejando el precio cada vez más de sus fundamentos. Este comportamiento va a llegar a un punto en que algunos agentes se den cuenta que no se puede obtener más rentabilidad y los fundamentalistas observen la desviación que tiene el precio con respecto a sus fundamentos, lo que significaría una gran venta del activo produciendo así una fuerte caída del precio, en donde se observa que la burbuja estalla. En este trabajo no se testeará la existencia de burbujas en el mercado del cobre. También hay que considerar el efecto que tienen estos comportamientos en cada mercado de *commodities*, ya que la mayoría de los agentes no comerciales siguen a índices de *commodities* en vez de seguir uno en particular, debido a que los activos derivados son en base a éstos índices y no son específicos en cobre. El hecho que los agentes operen a través de los índices puede inducir a movimientos contraintuitivos si solamente se observa

un mercado en particular, ya que el índice puede estar cayendo, pero un *commodity* que tiene una baja participación en el índice puede estar al alza, lo que significa observar una baja participación de los agentes no comerciales en el mercado.

5. LOS MODELOS

Los modelos que se presentan en este trabajo se dividen en dos: modelos en base a variables estacionarias y modelos en base a variables en niveles. Luego se crearon dos modelos para cada uno de ellos, en donde el primero emplea solamente variables fundamentales y el segundo incorpora variables especulativas y contingentes, por así llamarlas. La razón detrás de esta separación es para poder comparar entre ambos modelos y en base a ello establecer si las nuevas variables mejoran la capacidad explicativa y determinar si la especulación ha movido el precio del cobre. Por lo tanto, se presentarán 4 modelos: uno con variables fundamentales y otro con variables fundamentales más especulativas y contingentes tanto para los modelos en base a variables estacionarias como para variables en niveles.

5.1. Variables Fundamentales

Las variables fundamentales que se usaron en este trabajo son las más recurrentes en la literatura revisada. Una de ellas es el stock del cobre, ya que muestra con cuánto cobre se dispone en un momento determinado. El ciclo económico va a ser determinante del precio, debido a que mayor crecimiento significará un mayor consumo de cobre. Para ello se probarán los retornos de los T-Bills de 3 meses de vencimiento, la tasa de política monetaria y los retornos de bonos largos de 10 años de Estados Unidos junto con la rentabilidad del índice Dow Jones. Para finalizar, se incorpora el crecimiento industria, ya que a medida que aumenta la producción industrial, aumenta la demanda de cobre impactando directamente en el precio.

- Variables Estacionarias

$$\Delta \ln(P_{Cu}) = \beta_0 + \beta_1 L \cdot \Delta \ln(Inv) + \sum_{i=2, j=1}^{5,4} \beta_i CyclEc_j + \beta_6 \Delta \ln(TCR) + \beta_7 CInd + \varepsilon$$

- Variables en Niveles

$$P_{Cu} = \beta_0 + \beta_1 L \cdot P_{Cu} + \beta_2 Inv + \sum_{i=3, j=1}^{6,4} \beta_i CyclEc_j + \beta_7 \Delta \ln(TCR) + \beta_8 CInd + \varepsilon$$

En donde P_{Cu} es el precio real del cobre spot, Inv son los inventarios en bolsa, $CiclEc$ son las variables de ciclo económico, TCR es el tipo de cambio real y $CInd$ es el crecimiento industrial. Las variables con $\Delta \ln(\cdot)$ son las tasas de crecimientos de la variable en niveles, L es el operador rezago de la variable y ε son los residuos que se comportan como ruido blanco.

5.2. Variables Especulativas y Contingentes

Para la creación del modelo ampliado con variables especulativas y contingentes se usó las posiciones de los agentes no comerciales. Además se creó una variable de señal de compra de futuros de cobre. Esta variable se basa en una señal de compra y venta de activos, en donde toma como valor 1 cuando el precio del activo esta por sobre su promedio de largo y corto plazo y 0 cuando cruza hacia abajo su promedio de corto plazo. La lógica de esta señal es que cuando el precio esta por sobre las medias, siga subiendo, debido a que ya pasó por un periodo de baja. Las variables de contingencia que se emplearon fueron unas variables dummies para la Crisis Asiática y otra para la Crisis Sub-Prime

- Variables Estacionarias

$$\begin{aligned} \Delta \ln(P_{Cu}) = & \beta_0 + \beta_1 L \cdot \Delta \ln(Inv) + \sum_{i=2, j=1}^{5,4} \beta_i CyclEc_j + \beta_6 \Delta \ln(TCR) + \beta_7 CInd \\ & + \sum_{k=8, l=1}^{9,2} \beta_k Esp_l + \beta_{10} Asiatica + \beta_{11} SubPrime + \varepsilon \end{aligned}$$

- Variables en Niveles: Modelo Ampliado en Niveles (MAN)

$$\begin{aligned} P_{Cu} = & \beta_0 + \beta_1 L \cdot P_{Cu} + \beta_2 Inv + \sum_{i=3, j=1}^{6,4} \beta_i CyclEc_j + \beta_7 \Delta \ln(TCR) + \beta_8 CInd \\ & + \sum_{k=9, l=1}^{10,2} \beta_k Esp_l + \beta_{11} Asiatica + \beta_{12} SubPrime + \varepsilon \end{aligned}$$

En donde Esp son las variables especulativas, $Asiatica$ es la dummy de la Crisis Asiática y $SubPrime$ es la dummy de la Crisis Sub-Prime.

5.3. Resultados Preliminares

Una vez que se empezaron a probar las variables en los respectivos modelos, se determinó las variables que mejor se ajustaban. En el caso de Ciclo Económico se encontró que los retornos de los T-Bills de la FED a tres meses son significativos, por lo que las otras variables fueron descartadas. Por el lado de las variables que buscan explicar la especulación, la que resulto significativa fue la de los agentes no comerciales, por lo que se descartó la señal de compra futuros.

A continuación se presentarán los modelos usados para este trabajo y se mencionarán las variables usadas. Los detalles de las variables se verá en la próxima sección, Los Datos. Por lo tanto, los modelos serán los siguientes:

- Variables Estacionarias

Modelo Base (MB)

$$\Delta \ln(P_{Cu}) = \beta_0 + \beta_1 L \cdot \Delta \ln(Inv) + \beta_2 r_{TB} + \beta_3 \Delta \ln(TCR) + \beta_4 CInd + \varepsilon \quad (1)$$

Modelo Ampliado (MA)

$$\begin{aligned} \Delta \ln(P_{Cu}) = & \beta_0 + \beta_1 L \cdot \Delta \ln(Inv) + \beta_2 r_{TB} + \beta_3 \Delta \ln(TCR) + \beta_4 CInd \\ & + \beta_5 ANC + \beta_6 Asiatica + \beta_7 SubPrime + \varepsilon \quad (2) \end{aligned}$$

- Variables en Niveles

Modelo Base (MBN)

$$P_{Cu} = \beta_0 + \beta_1 L \cdot P_{Cu} + \beta_2 Inv + \beta_3 r_{TB} + \beta_4 \Delta \ln(TCR) + \beta_5 CInd + \varepsilon \quad (3)$$

Modelo Ampliado (MAN)

$$\begin{aligned} P_{Cu} = & \beta_0 + \beta_1 L \cdot P_{Cu} + \beta_2 Inv + \beta_3 r_{TB} + \beta_4 \Delta \ln(TCR) + \beta_5 CInd \\ & + \beta_6 ANC + \beta_7 Asiatica + \beta_8 SubPrime + \varepsilon \quad (4) \end{aligned}$$

Las variables que se utilizarán son el precio real del cobre spot (P_{Cu}), el inventario en bolsa expresado en semanas de consumo (Inv), tipo de cambio real del US dólar (TCR), los agentes no comerciales expresados como posiciones largas de estos agentes sobre el total de las posiciones del mercado (ANC), es decir, el porcentaje de posiciones largas con respecto

a todo el mercado. *Asiatica* y *SubPrime* son dummies representado las respectivas crisis financieras.

6. LOS DATOS

A continuación veremos la descripción de los datos que se emplean en el modelo y luego el comportamiento que tienen.

6.1. Descripción de los Datos

Los datos empleados para la realización de este trabajo tienen una frecuencia mensual a partir de marzo de 1986 hasta diciembre de 2009.

El precio del cobre es el precio publicado por la Bolsa de Metales de Londres (LME) expresado en centavos de US dólares, el que fue deflactado por el Índice de Precios del Productor para *commodities*, PPI – All Commodities (WPU00000000), del US Bureau of Labor Statistics.

Los inventarios en bolsa son los publicados por el World Bureau of Metal Statistics, los cuales se convierten en semanas de consumo dividiéndolos por el consumo de cobre refinado, publicados por la misma fuente, y multiplicándolos por 4.

Los retornos reales de los T-Bill de 3 meses se construyeron en base al precio publicado por el Federal Reserve de Estados Unidos en US dólares, los cuales fueron deflactados por el Índice de Precios del Consumidor para todos los consumidores urbanos de Estados Unidos, CPI – All Urban Consumers (CUSR0000SA0). Luego se aplica una transformación logarítmica natural para después aplicarle la primera diferencia.

El tipo de cambio real que se usó para el trabajo es el Real Broad Dollar Index publicado por el Federal Reserve. El Broad Dollar Index es un promedio ponderado de valores de intercambio del dólar estadounidense contra divisas de un grupo de los mayores socios comerciales de Estados Unidos, es decir, muestra el movimiento que tiene el dólar frente a las divisas de los principales socios comerciales de Estados Unidos.

El crecimiento industrial que se usó fue la tasa de crecimiento de la producción industrial de los países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, OECD, expresados en porcentaje y publicado por ellos mismos.

Para la variable de especulación, se trabajó con los contratos futuros de los agentes no comerciales que publica la US Commodity Futures Trading Commission. Se analizaron

distintas formas de presentación de los datos partiendo por las posiciones netas de estos agentes, es decir, posiciones largas menos posiciones cortas. Luego, se vio la relación de posiciones largas sobre el total de posiciones de los agentes no comerciales para finalmente quedarnos con las posiciones largas sobre Open Interest, las que señalan cuantos contratos tienen los agentes no comerciales de posiciones largas sobre el total de contratos del mercado.

Las variables binarias se crearon para marcar la crisis asiática y al crisis sub-prime, que son las últimas grandes crisis financieras ocurridas en el periodo de la muestra, las cuales toman el valor 1 en a partir de Julio de 1997 para la crisis asiática y Septiembre de 2008 para la crisis sub-prime.

El cuadro 1 presenta un resumen con las estadísticas descriptivas de las variables antes descritas.

Cuadro 1: Estadística Descriptiva de las Variables Empleadas

	Precio Real LME	Inv en Bolsa (Sem. de Con.)	T-Bill M3 Real	Real Broad Dollar Index	Prod Ind OECD	Largas ANC sobre OI
N. Obs	286	286	286	286	286	286
Media	170,248	1,557	6,252	95,773	0,147	0,218
Mediana	155,364	1,329	6,021	94,600	0,224	0,203
Min.	85,387	0,2	0,031	84,049	-4,18	0,011
Max.	392,024	4,732	15,679	113,045	1,564	0,571
Des. Est.	73,136	1,096	3,843	7,377	0,632	0,109
Skewness	1,328	1,054	0,413	0,534	-2,324	0,368
Curtosis	4,109	3,409	2,456	2,317	14,370	2,700

6.2. Comportamiento de los Datos

Veamos el comportamiento que tienen los datos. Como podemos observar en el la figura 3, el precio del cobre muestra una tendencia hacia la baja con algunas recuperaciones temporales llegando al punto más bajo de la muestra (y desde 1960) en el mes de octubre de 2001 con US¢85,386 la libra. Éste es un periodo de incertidumbre debido a la seguidilla de crisis, partiendo por la Crisis Asiática, el *Default* Ruso, la devaluación brasileña, etcétera; por lo que el precio se mantiene bajo hasta el año 2003. A partir de ese momento, el precio empieza a sufrir fuertes alzas en periodos de tiempos muy cortos, generando una gran volatilidad debido a las constantes subidas y bajadas. El precio se mantiene alto hasta principios de 2008, en donde se empieza a observar un descenso en el precio hasta que se desata la crisis sub-prime, la que lleva a una brusca caída hasta fines de 2008.

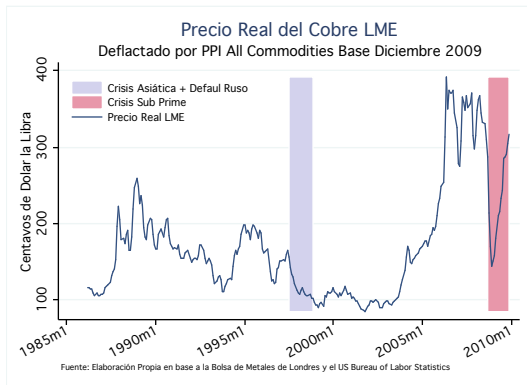


Figura 3: Precio Real del Cobre

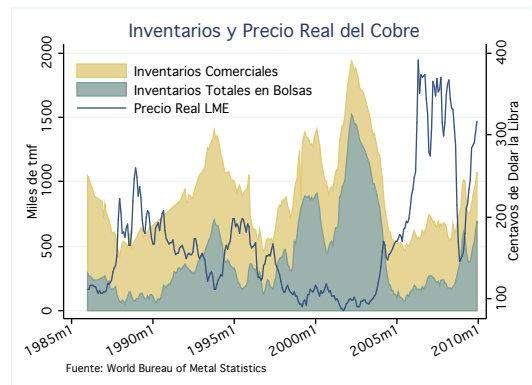


Figura 4: Niveles de Inventarios Comerciales, de Bolsas y el Precio del Cobre

El nivel de los inventarios debería reflejar en cierto modo la interacción de la oferta y la demanda en un determinado momento. Es decir, que si en uno o dos años los inventarios tienen tendencia a la baja, nos encontramos en presencia de una mayor demanda que no puede ser suplida inmediatamente por los productores, ya que es difícil aumentar el nivel de producción en ese periodo de tiempo, suponiendo que la oferta mundial se mantiene constante. Por el contrario, si vemos un aumento en los inventarios, quiere decir que nos encontramos frente a una reducción de la demanda, manteniendo constante la producción. Por lo tanto el nivel de inventarios nos ayudaría a observar los *shocks* de demanda y de oferta que pueden existir. Esto significaría que a medida que se va aumentando los niveles de inventarios, el precio debería caer. De forma contraria, se esperaría que el precio suba a medida que el nivel de inventario decae.

En la figura 4 podemos observar la relación que tiene el precio spot con los niveles de inventarios, tanto como comerciales como los totales en bolsas. Por otro lado podemos observar que el comportamiento de los inventarios totales en bolsa se mueven de forma similar con el inventario comercial.

El nivel de inventario es capaz de entregar una buena cantidad de información. De hecho, la teoría de inventario puede ayudar a explicar la volatilidad que tienen los precios con los fundamentos. Ng y Pirrong (1994) explican la dinámica que tienen los precios de los metales a través de los niveles de inventarios. La teoría de inventarios dice que las condiciones de los fundamentos determinan el spread entre el precio spot y el futuro. Esto implica que el *spread* ajustado de intereses y almacenamiento aumenta cuando los inventarios caen en relación a la demanda y cuando la función de costo marginal de la producción de la industria se torna menos elástica.

Pero observar el inventario en niveles sólo nos muestra la escasez absoluta del bien y

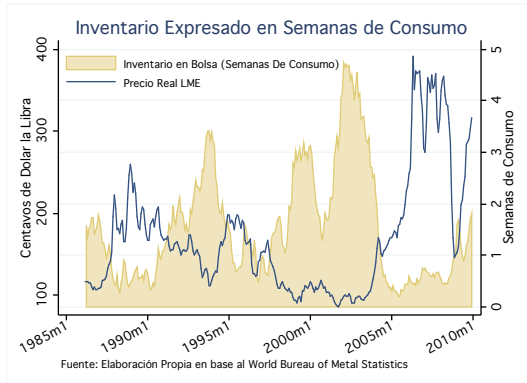


Figura 5: Inventarios Expresados en Semanas de Consumo y el Precio Real del Cobre

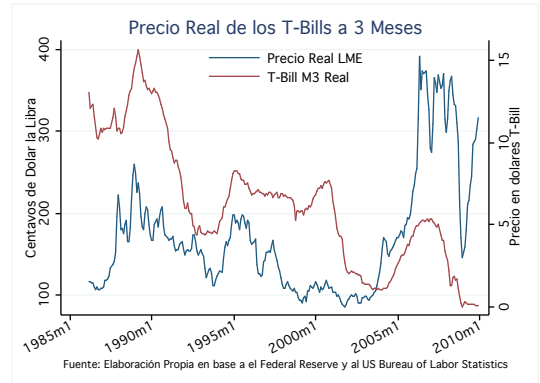


Figura 6: Precio Real de T-Bills de 3 Meses y el Precio Real del Cobre

es por eso que para que la interacción sea completa entre oferta y demanda, se tiene que considerar el consumo de cobre refinado. De esta forma obtendremos la escasez relativa del bien. Para ello, hay que dejar expresado el inventario como semanas de consumo. Esto significa que a medida que aumentan (disminuyen) las semanas de consumos hay, relativamente, más (menos) bien disponible. La figura 5 muestra el inventario expresado en semanas de consumo.

Las tasas de interés y el índice accionario Dow Jones intentaban mostrar el ciclo económico que se vive. Sabemos que en momentos de incertidumbre los inversionistas se tornan fuertemente adversos al riesgo, por lo que la estrategia que se toma es un *fly-to-quality*; es decir, que los inversionistas buscan instrumentos más seguros, como los bonos del tesoro (llámese Banco Central, FED, etcétera), dejando de lado activos más riesgosos como las acciones. Cuando la economía empieza a crecer nuevamente, los inversionistas vuelven a tomar posiciones más riesgosas, como las acciones. Con esto veremos si el cobre es visto por los inversionistas como un activo con menos riesgo, como para hacer un *fly-to-quality*, o si es visto como un activo más “riesgoso”. Pero como se mencionó anteriormente, no todas ellas resultaron significativas en los resultados preliminares. La figura 6 nos muestra el comportamiento del precio de los T-Bills de 3 meses.

Como podemos apreciar en la figura, los precios de los T-Bills tienen un comportamiento similar al precio del cobre, lo que es de esperar; ya que el T-Bill refleja el comportamiento que tiene la tasa de política y con ello en parte, el ciclo económico.

De Gregorio et al. (2005) nos mostró que el tipo de cambio de los países industrializados afectan al precio de forma real ya que cambian los precios relativos de la economía. Esto no se logra apreciar claramente en la figura 7 en donde podemos observar que frente a depreciaciones del tipo de cambio de Estados Unidos, el precio del cobre disminuye

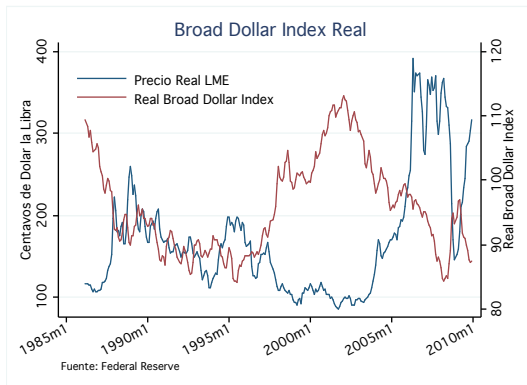


Figura 7: Tipo de Cambio Real - Real Broad Dollar Index

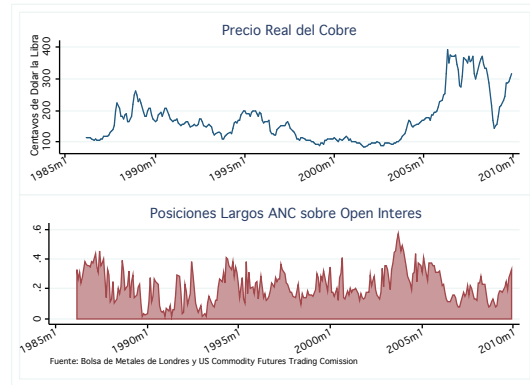


Figura 8: Relación de Posiciones Largas con Respecto al Mercado de los Agentes No Comerciales

conjuntamente. Esto se revierte a partir de 1995, en donde se observa la separación de las series.

La actividad industrial afecta en el precio del cobre; ya que cuando los países consumidores de cobre se encuentran con sus economías activas, se ponen a producir bienes que tienen como insumo al cobre. Esto incrementa el consumo de este *commodity*. Por lo general, los países más desarrollados consumen una gran cantidad de cobre. Como lo menciona López et al. (2009), el 90 % del consumo total de cobre es capturado por 24 países, entre los que se encuentran Estados Unidos, México, Canadá, Brasil, Bélgica, Finlandia, Francia, Italia, Alemania, Rusia, Reino Unido, Turquía, Indonesia, Corea del Sur, China, Japón, India, etc. Como podemos ver, la mayoría son países desarrollados y el resto son países en vías de desarrollo con gran espacio para crecer. Por lo tanto, esperaríamos que cuando los niveles industriales de los países desarrollados y los en vía de desarrollo grandes están creciendo, significaría una mayor demanda por el cobre, y así, un mayor precio si es que todo lo demás se mantiene constante.

Finalmente, la participación de agentes no comerciales dentro del mercado de futuros tienen un efecto de volatilidad en el precio; por lo que observaremos las posiciones largas de estos agentes sobre el total de contratos del mercado como forma de ver sus expectativas en el mercado. Si aumentan la proporción de posiciones largas significa que están esperando que el precio suba. La figura 8 nos muestra el comportamiento de esta serie con respecto al precio real del cobre.

Podemos observar que a medida que aumentan las posiciones largas de los agentes no comerciales con respecto a todos los contratos del mercado, el precio posteriormente aumenta.

Antes de presentar los modelos con los resultados, es necesario determinar si las variables son o no estacionarias; ya que de no ser estacionaria la serie, la varianza no sería finita asintóticamente. Esto resultaría en que obtengamos regresiones espúreas, que es que dos series sin relación alguna estén relacionadas debido a que comparten una tendencia, o que se presente una regresión inconsistente, en donde vemos que una de las series que no es estacionaria tendrá una medida dependiente del tiempo, por lo que el valor del coeficiente de la variable no será constante.

El resultado del test se encuentra en el cuadro 2 que nos muestra que la mayoría de las variables no es estacionaria, por lo que es necesario realizar algunas transformaciones para eliminar la no estacionariedad. Para ello, se transformaron en la diferencia del logaritmo natural, es decir que se transformaron en la tasa de crecimiento de las variables.

Cuadro 2: Test de Raíz Unitaria de Dickey-Fuller Aumentado para las Variables

Variables	Sin Transformación			Transf.	Con Transformación		
	Num. de Obs.	$Z(t)$	p-value aprox.		Num. de Obs.	$Z(t)$	p-value aprox.
Precio Spot Real	286	-1,18	0,6820	$\Delta \ln(\cdot)$	286	-11,076	0,0000
Inv. en Bolsa (SC)	286	-1,576	0,4956	$\Delta \ln(\cdot)$	286	-13,661	0,0000
T-Bill M3 Real	286	-1,187	0,6792	$\Delta \ln(\cdot)$	286	-11,481	0,0000
Prod. Industrial OECD	286	-10,942	0,0000	-	286	-10,942	0,0000
Real Broad Dollar Index	286	-1,944	0,3117	$\Delta \ln(\cdot)$	286	-11,481	0,0000
Largas ANC/OI	286	-6,453	0,0000	-	286	-6,453	0,0000

7. RESULTADOS

Como pudimos observar en la sección anterior, el estudio se verá desde el punto de vista de variables estacionarias y desde variables nominales. Adicionalmente, se presentan los resultados en forma de evolución temporal de las variables; es decir, cómo se han comportado las variables a través del tiempo.

7.1. Resultados Variables Estacionarias

Para llevar a los resultados las variables estacionarias después de realizar el test de raíz unitaria de Dickey-Fuller Aumentado, se corrió un test de heterocedasticidad para determinar si se rompía el supuesto para la estimación lineal de las variables y, por lo tanto, si era necesario corregir las estimaciones. Para ello se corrió el test de Breusch-Pagan, el cual indicaba que sí era necesario corregir las estimaciones por heterocedasticidad.

Por otro lado, se midió el grado de inflación de las varianzas de las variables y del modelo para determinar el grado de independencia de las variables, es decir, si existe multicolinealidad entre las variables. Para esto, se empleó el post estimador VIF, el cual indicará multicolinealidad si el promedio VIF es mayor a 1 o si el mayor es superior a 10. Los resultados muestran que el promedio VIF del modelo es igual a 1,08 y que ninguno de ellos es mayor a 10, por lo que podríamos decir que no hay evidencia de que existe multicolinealidad en el modelo.

Luego, se realizó el test de Durbin-Watson para determinar la existencia de autocorrelación de las variables. El resultado fue de 1,486 indicando la existencia de autocorrelación según los valores críticos para el número de variables del modelo y la cantidad de datos, el cual está entre 1,775 y 1,779 para un intervalo de confianza de 95 %. Al corregir la autocorrelación por Cochrane-Orcutt, el estadístico de Durbin-Watson fue de 1,928.

Los mismos tests se aplicaron para el modelo ampliado (MA), el cual presentaba existencia de heterocedasticidad en las variables, por lo que se corrigió las estimaciones. El promedio del estadístico VIF era levemente mayor a 1 (1,13) pero ninguno era mayor a 10, por lo que no se puede determinar la existencia de multicolinealidad. Para la autocorrelación, el estadístico de Durbin-Watson fue de 1,489, menor que su valor límite que va entre 1,753 y 1,758, por lo que el modelo tiene autocorrelación. Ésta es corregida posteriormente por Cochrane-Orcutt obteniendo un valor de 1,939.

Los resultados de esta estimación se encuentran en el cuadro 3 en donde MB indica que es el modelo base y MA que es el modelo ampliado. Los números 1 y 2 indican que la regresión es un mínimo cuadrado ordinario y un mínimo cuadrado ordinario corregido por autocorrelación respectivamente.

Como podemos ver en los resultados, todas las variables del modelo base son significativas a un 99 % de confianza, con excepción de la constante. Los signos de las variables también resultan ser los correctos.

Los resultados del modelo ampliado también resultan ser significativos estadísticamente y con signos correctos, con excepción de las variables de crisis. Además, mejoran la calidad del modelo al aumentar el R^2 y al reducir la raíz de los errores cuadráticos medios, RMSE. Para la variable de Crisis Asiática era de esperar que su coeficiente fuese cercano a cero y no significativo; pero la variable de la Crisis Sub-Prime resulta ser no significativa y además con signo positivo. Al principio suena extraño, pero las posibles respuestas pueden ir en que algunos inversionistas se han refugiado en el cobre, considerándolo como un activo seguro al cual pueden hacer su *flight-to-quality*, o que la crisis es muy reciente y aún no se tiene certeza de lo que pasará, por lo que la variable tiene muy pocos datos para que pueda ser

Cuadro 3: Resultados Regresiones Variables Estacionarias

	MB1	MB2	MA1	MA2
	R-cuad	R-cuad	R-cuad	R-cuad
	0,2528	0,1894	0,3489	0,2929
	RMSE	RMSE	RMSE	RMSE
	0,05799	0,05604	0,05443	0,0525
Tasa de Crecimiento Precio del Cobre	coef (se)	coef (se)	coef (se)	coef (se)
L.Tasa de Crecimiento Inv. en Bolsa (Sem. de Cons.)	-0,076*** (0,022)	-0,060*** (0,021)	-0,069*** (0,020)	-0,058*** (0,019)
Tasa Retorno Mensual Real T-Bill M3	0,066*** (0,020)	0,058*** (0,018)	0,074*** (0,016)	0,062*** (0,014)
Tasa de Crecimiento Broad Dollar Index Real	-1,574*** (0,356)	-1,522*** (0,390)	-1,352*** (0,377)	-1,297*** (0,388)
Producción Industrial OECD - Total	0,020*** (0,005)	0,018*** (0,005)	0,017*** (0,005)	0,014*** (0,005)
Pos. Largas Agentes No Com. sobre Open Interest Crisis Sub-Prime			0,181*** (0,030)	0,228*** (0,035)
			0,042** (0,019)	0,039 (0,025)
Crisis Asiática			-0,000 (0,007)	-0,002 (0,009)
Constante	0,001 (0,003)	0,001 (0,005)	-0,040*** (0,008)	-0,049*** (0,009)

Nota: *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1

bien estimada y es por esto que resulta ser no significativa estadísticamente. Por otro lado, podemos ver que el coeficiente de la variable de especulación es igual a 0,228, lo que significa que frente a aumentos de un 1% de las posiciones largas de los agentes no comerciales, la tasa de crecimiento del precio del cobre sufre un aumento del 0,228%. Esto no quiere decir que el precio del cobre aumente en un 0,228%; sino que si la tasa de crecimiento del precio es de un 10%, por ejemplo, frente a un aumento de las posiciones largas de los agentes no comerciales, el precio aumentaría ahora en un 10,0228% manteniendo todo lo demás constante. Las variables fundamentales del modelo no tienen coeficientes muy altos, por lo que no se esperaría que el precio cambie fuertemente frente a cambios de estas variables. El único que puede afectar fuertemente el precio, según el modelo, es la tasa de crecimiento del Broad Dollar Index, el cual tiene coeficientes superiores a 1. Esto significa que frente a aumentos de un 1% en el índice del precio del dólar, la tasa de crecimiento sufriría descenso de un 1,297%. Si volvemos a nuestro ejemplo anterior, esto significaría

que en vez de crecer en un 10% el precio, ahora aumentaría en un 9,8703% manteniendo todo lo demás constante.

Quizás, ya a esta altura, sienta un vacío en el modelo, como que algo falta. En verdad falta una gran variable en el modelo: China. Como se mencionó en la introducción, China ha tenido un fuerte crecimiento en los últimos años, por lo que su consumo de cobre ha aumentado considerablemente; lo que implicaría un aumento del precio debido a que un nuevo agente entra al mercado a comprar considerables cantidades de cobre. Lamentablemente, las variables que se lograron obtener para China son muy cortas, lo que impactaría en la calidad del modelo y, al hacer variables interactivas del crecimiento industrial de China, éstas no han respondido de buena forma. Al intentar poner a China en el modelo como lo hace Pérez (2009) en su trabajo, no resulta significativa después de todas las correcciones correspondientes, por lo que se decide sacarla del modelo.

7.2. Resultados Variables en Niveles

De la misma forma que para las variables estacionarias, para las variables en niveles se realizó el test de heterocedasticidad el cual no pudo rechazar la hipótesis nula de varianza constante, por lo que no se realizaron correcciones por heterocedasticidad.

Para la multicolinealidad del modelo, el promedio del estadístico VIF se obtuvo un valor igual a 1,29 pero ninguna de las variables del modelo tiene el estadístico VIF por sobre 10, por lo que no hay evidencia de que existe multicolinealidad en el modelo.

El test de Durbin-Watson para el modelo base arroja un valor igual a 1,524, menor al valor crítico que va entre 1,76 y 1,765, por lo que se tiene que corregir por autocorrelación a través del método de Cochrane-Orcutt el cual finalmente entrega un Durbin-Watson de 1,941.

Al analizar los residuos del modelo para testear para cointegración de las variables, el test de Dickey-Fuller Aumentado nos muestra que el error del modelo es estacionario. Además, el gráfico de autocorrelación del error nos muestra que la variable es estacionaria, por lo que podríamos afirmar que existe cointegración de las variables.

Al realizar los mismos tests al modelo ampliado en niveles vemos que no hay necesidad de corregir por heterocedasticidad las estimaciones. En el caso de la multicolinealidad, la media del estadístico VIF arroja un valor igual a 1,38 y ninguna de las variables está por sobre 10, lo que nos indicaría que no hay evidencia para creer que hay multicolinealidad. El test de Durbin-Watson tiene un valor de 1,513, el cual está por debajo del valor crítico de 1,745 y 1,751 lo que nos lleva a corregir la estimación con Cochrane-Orcutt.

Cuadro 4: Resultados Regresiones Variables en Niveles

	MBN1	MBN2	MAN1	MAN2
	R-cuad	R-cuad	R-cuad	R-cuad
	0,9683	0,9435	0,97	0,9464
	RMSE	RMSE	RMSE	RMSE
	13,012	12,5648	12,662	12,248
Precio Real del Cobre	coef (se)	coef (se)	coef (se)	coef (se)
L.Precio Real del Cobre	0,974*** (0,013)	0,953*** (0,018)	0,975*** (0,015)	0,957*** (0,019)
Inv. en Bolsa (Semanas De Consumo)	-1,485* (0,884)	-2,411** (1,175)	-1,594* (0,939)	-2,445** (1,230)
Tasa Retorno Mensual	11,914*** (4,285)	10,202** (4,163)	13,700*** (4,249)	11,426*** (4,113)
Tasa de Crec. Real T-Bill M3	-387,112*** (62,677)	-379,092*** (64,843)	-361,593*** (62,292)	-354,183*** (64,116)
Broad Dolar Index Real	4,476*** (1,272)	3,559*** (1,299)	4,327*** (1,312)	3,247** (1,312)
Producción Industrial OECD - Total			23,477*** (7,683)	30,237*** (8,847)
Pos. Lar. Agentes No Com. sobre Open Interest			7,534** (3,597)	7,7365 (4,630)
Crisis Sub-Prime			1,880 (1,683)	2,092 (2,243)
Crisis Asiatica				
Constante	6,561* (3,399)	11,810*** (4,471)	0,109 (4,143)	3,186 (5,229)

Nota: *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1

Al testear los residuos para cointegración, los resultados nos muestran que existe cointegración entre las variables. El cuadro 4 nos muestra los resultados de esta modelación, en donde MBN indica que es el modelo base nominales y MAN que es el modelo ampliado nominal. Los números 1 y 2 indican que la regresión es un mínimo cuadrado ordinario y un mínimo cuadrado ordinario corregido por autocorrelación respectivamente.

Como podemos apreciar, en el modelo base todas las variables son significativas, pero en distintos niveles de confianza. Los inventarios en bolsa expresados como semanas de consumos es significativo pero con intervalo de confianza de un 90 %, al igual que la constante. Al corregir por autocorrelación, el coeficiente aumenta; es decir, se hace más importante para el modelo y el intervalo de confianza aumenta a un 95 %. El modelo ampliado, como en el caso anterior, aumenta su R^2 y mejora la calidad de predicción debido a que su error

disminuye. Las variables agregadas son significativas, con excepción de la Crisis Asiática y la Crisis Sub-Prime, como sucedió en el caso anterior.

Para esta modelación, el aumento en un 1% de las posiciones largas de los agentes no comerciales significa un incremento de $\$0,30237$. De igual forma que en el modelo anterior, aumentos de un 1% del Broad Dollar Index significarán caídas en el precio por $\$3,54$.

A diferencia del modelo anterior, esta modelación incluye el primer rezago del precio del cobre. Esta variable tiene un coeficiente muy similar tanto para el modelo base como para el modelo ampliado, el cual va entre 0,953 y 0,957. Esto significa que un centavo del precio anterior explica 0,95 centavos del precio de hoy. Éste resulta ser un coeficiente muy alto, ya que nos indica que casi todo el precio de hoy se puede explicar por el precio de ayer. Esto se debe por el alto nivel de correlación que tiene el precio con sus rezagos, el cual puede durar por hasta 19 meses en la muestra analizada y hasta 28 meses en la muestra de enero de 1960 hasta diciembre de 2009.

Como podemos ver, la variable de especulación del modelo resulta significativa tanto en la modelación con variables estacionarias como en variables en niveles. Incluso los resultados que entregan son similares; ya que en la modelación con variables estacionarias un aumento de un 10% de las posiciones largas de los agentes no comerciales significará un aumento de un 2,28% del precio del cobre. Si, por ejemplo, el precio del cobre está en los $\$150$ de dólar la libra, un aumento de 2,28% del precio significa $\$3,42$ similar a las $\$3,02$ que dice el modelo en niveles. A pesar de que sea estadísticamente significativo, los incrementos que produce no son tan grandes como los que se ven en la serie de precios del cobre, por lo que otras variables deben de aumentar el precio.

7.3. Regresiones Temporales (*Rolling-reg*)

Después de ver qué pasa con las variables dentro de la muestra, la pregunta fue ¿siempre se comportaron las variables de esa manera? Para poder responder eso se disminuyó la cantidad de datos de la muestra, dejando una muestra inicial de 48 meses a partir de marzo de 1986 y a partir de ahí se va agregando un mes a la muestra y regresionando los datos hasta que se completa la muestra de 286 meses. Con ello, podemos ver el comportamiento que han tenido los coeficientes del modelo a medida que pasa el tiempo. Sin embargo, el tipo de regresión que se hace es una normal del tipo 1 de los cuadros de resultado, es decir, que son regresiones sin corrección por autocorrelación, por lo que hay que tener eso en cuenta cuando se observen los resultados.

A continuación se presentarán una serie de gráficos que nos mostrarán el comportamiento del modelo y de cada una de las variables cuando se van agregando datos a medida

que pasa el tiempo.

7.3.1. Modelo Variables Estacionarias

Primero observaremos un resumen del modelo. Este resumen cuenta con el movimiento del R^2 del modelo y de su RMSE. En la figura 9 podemos ver el resumen para el modelo de variables estacionarias en donde 9a es el del modelo base y 9b es el del modelo ampliado. La línea recta dentro de las figuras muestra el valor cuando se calcula con toda la muestra.

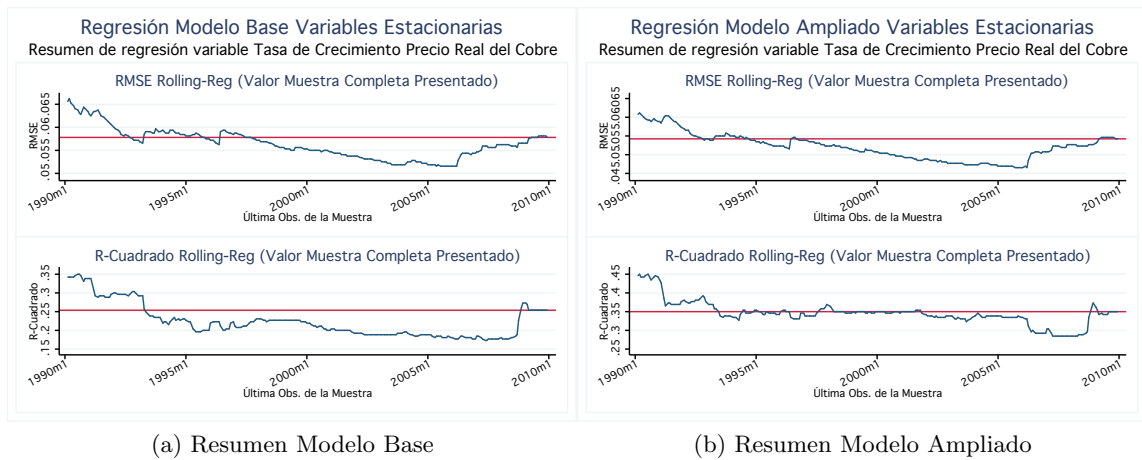


Figura 9: Resumen de *Rolling-Reg* para Variables Estacionarias

Como podemos apreciar, el modelo base a medida que pasa el tiempo, su poder explicativo se reduce, ya que el valor de R^2 cae en el tiempo. A pesar de eso, el modelo se torna más exacto dado que el valor del RMSE disminuye. A diferencia del modelo base, el modelo ampliado mantiene su poder explicativo y se torna cada vez más preciso; sin embargo, alrededor del año 2006 el modelo ampliado sufre una pérdida en su poder explicativo, la que recupera más adelante, pero se vuelve menos precisa.

Ahora veamos qué pasa con las variables dentro del modelo, las cuales se presentan en la figura ??.

La variable del crecimiento de los inventarios en bolsa expresados en semanas de consumo se muestra bien estable en el tiempo. A partir del año 2005, empieza a disminuir su coeficiente hasta llegar al valor que se presentó en el cuadro 3. A pesar de esto, a medida que más datos se integran al modelo, la variable empieza a ser más precisa debido a que su intervalo de confianza se hace más estrecho, alejándose cada vez más de cero. Algo similar sucede con los retornos reales de los T-Bills de 3 meses, sólo que en este caso el intervalo de confianza es muy amplio, haciendo que la variable no sea estadísticamente significativa

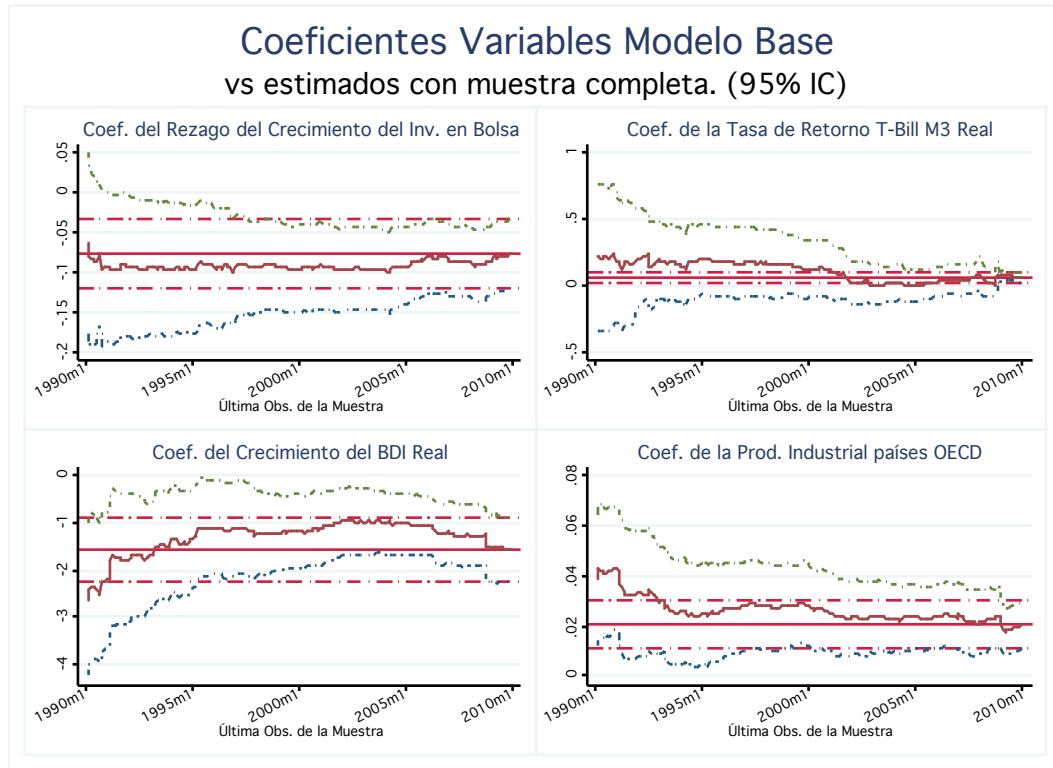


Figura 10: Coeficientes de las Variables Estacionarias del Modelo Base a través del tiempo

hasta el final de la muestra. Contrario a los demás es el caso de la tasa de crecimiento del índice real del tipo de cambio, en donde parte con un coeficiente alto, en valor absoluto, y a medida que avanza el tiempo, se torna cada vez menor hasta que al final de la muestra recupera parte del coeficiente. Esto podría significar que durante ese periodo de tiempo la variable se hace menos importante en el tiempo, ya que su intervalo de confianza nunca pasa por cero durante ese tiempo. El caso de la producción industrial de los países de la OECD, se parte con un coeficiente elevado, pero disminuye su participación levemente. A pesar de esto, se mantiene estable en el tiempo y significativo estadísticamente.

Al ver el comportamiento de las variables del modelo ampliado en la figura 11, vemos que las variables fundamentales mantienen su comportamiento con respecto al modelo base. La variable especulativa de posiciones largas sobre el total de los contratos del mercado (en la figura aparece como Pos. Largas ANC/OI) muestra ser significativa todo el tiempo. A partir del año 1994 el coeficiente de la variable aumenta, lo que significa que se torna más importante para el modelo. Este comportamiento dura hasta el año 2003 aproximadamente, en donde empieza a disminuir hasta llegar al nivel de toda la muestra. El coeficiente de la Crisis Sub-Prime es algo complicado, ya que parte con un efecto negativo para el precio

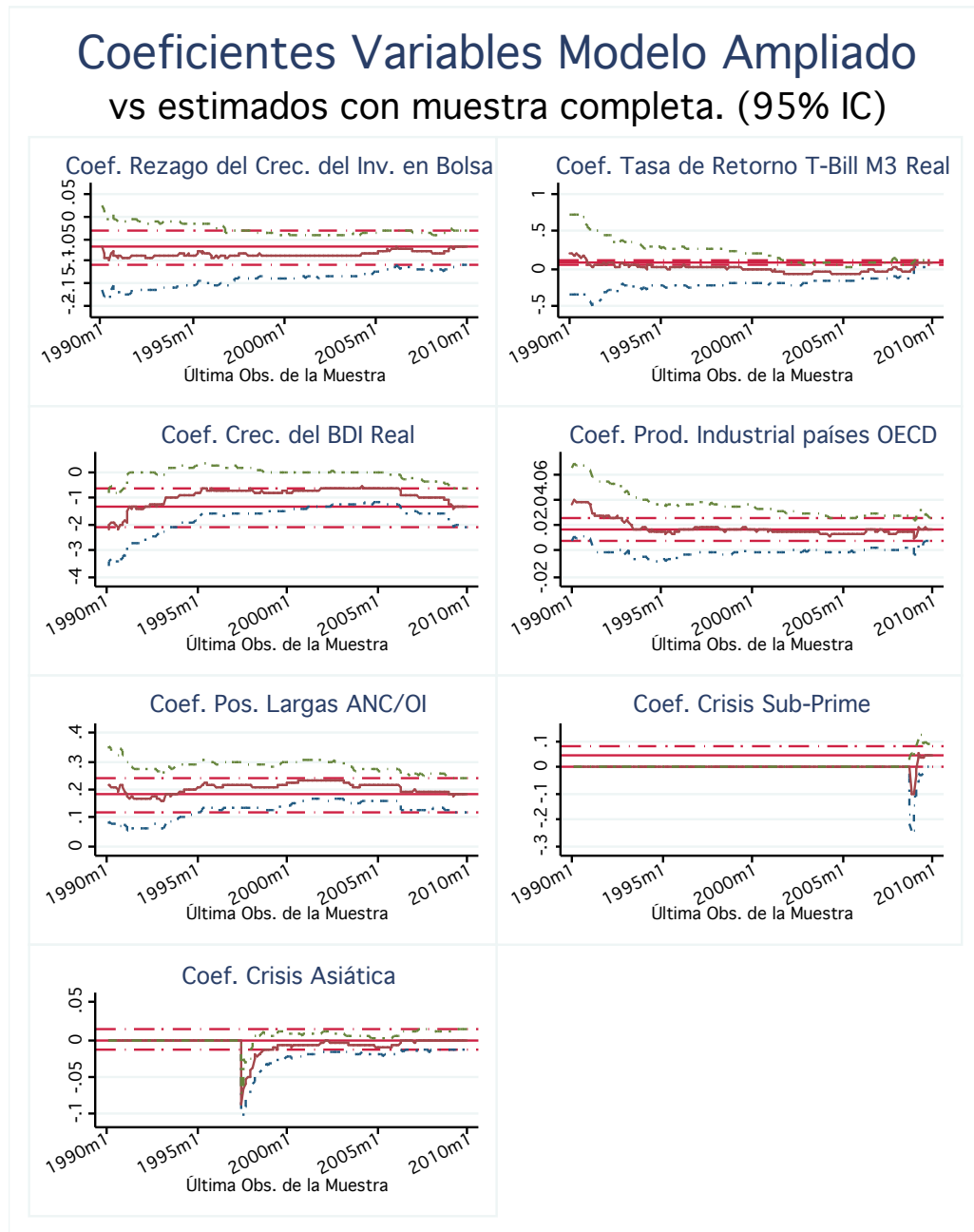


Figura 11: Coeficientes de las Variables Estacionarias del Modelo Ampliado a través del tiempo

del cobre pero rápidamente pasa el valor de cero y se torna positivo; lo que quiere decir que por el efecto de la crisis el precio del cobre aumenta. Este comportamiento se puede deber a que aún no se esclarecen los efectos de la crisis, por lo que esta variable puede estar

recogiendo los efectos de las medidas para evitar la prolongación de la crisis misma. A pesar de eso, la variable no es significativa estadísticamente, por lo que el valor del coeficiente podría ser perfectamente cero. Como era de esperar, el coeficiente de la Crisis Asiática parte negativo, pero a medida que van pasando los meses, el efecto de la crisis disminuye y ya para el año 2000 es igual a cero y se encuentra dentro del intervalo de confianza.

7.3.2. Modelo Variables en Niveles

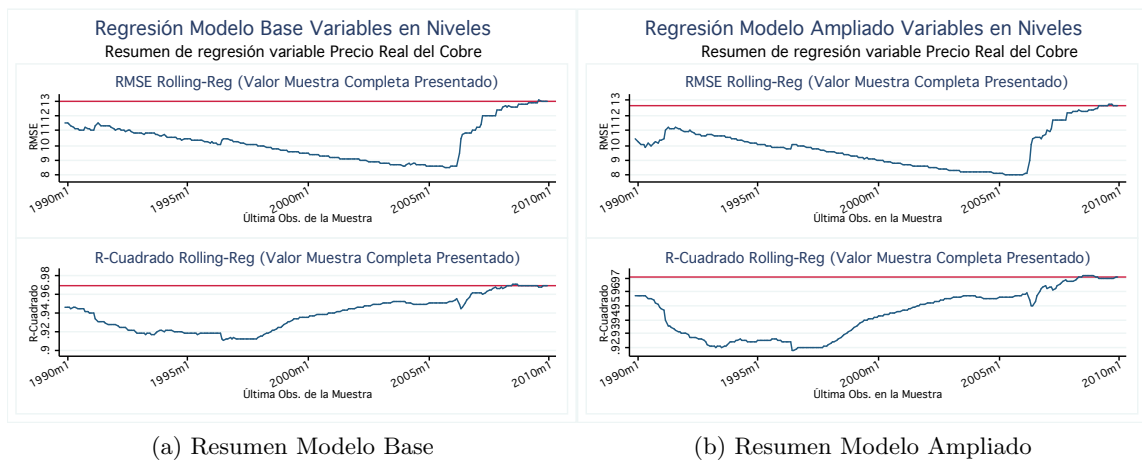


Figura 12: Resumen de *Rolling-Reg* para Variables en Niveles

Como podemos ver en la figura 12, a diferencia de las variables estacionarias, los R^2 del modelo base y del ampliado son bien similares con excepción de algunos detalles. El modelo ampliado sufre una fuerte caída alrededor de 1992, mientras que en el modelo base la caída es menos fuerte, pero ambos llegan a un R^2 alrededor de 0,92. Luego ambos suben hasta llegar a 0,97. Algo similar sucede con el RMSE, en donde vemos que los modelos van teniendo cada vez un mejor ajuste hasta cerca del año 2006, en donde el modelo pierde el ajuste, llegando ambos a un valor cercano a 13.

Al ver el comportamiento de los coeficientes a través del tiempo en la figura 13, podemos apreciar que el rezago del precio cada vez se hace más importante hasta el año 1994, en donde permanece relativamente estable en 0,9. Ya para fines del año 2005 y comienzos de 2006, el precio aumenta bruscamente hasta estabilizarse en 0,97. Al ver el inventario en bolsa expresado en semanas de consumo, vemos que también pierde importancia en el modelo. Partiendo con 48 meses de datos, una semana de cobre en inventario significaba una caída en el precio de $\$20$ disminuyendo, en valor absoluto, hasta llegar a estabilizarse en $\$2$ con una tendencia a la baja de importancia, para llegar finalmente a que una semana

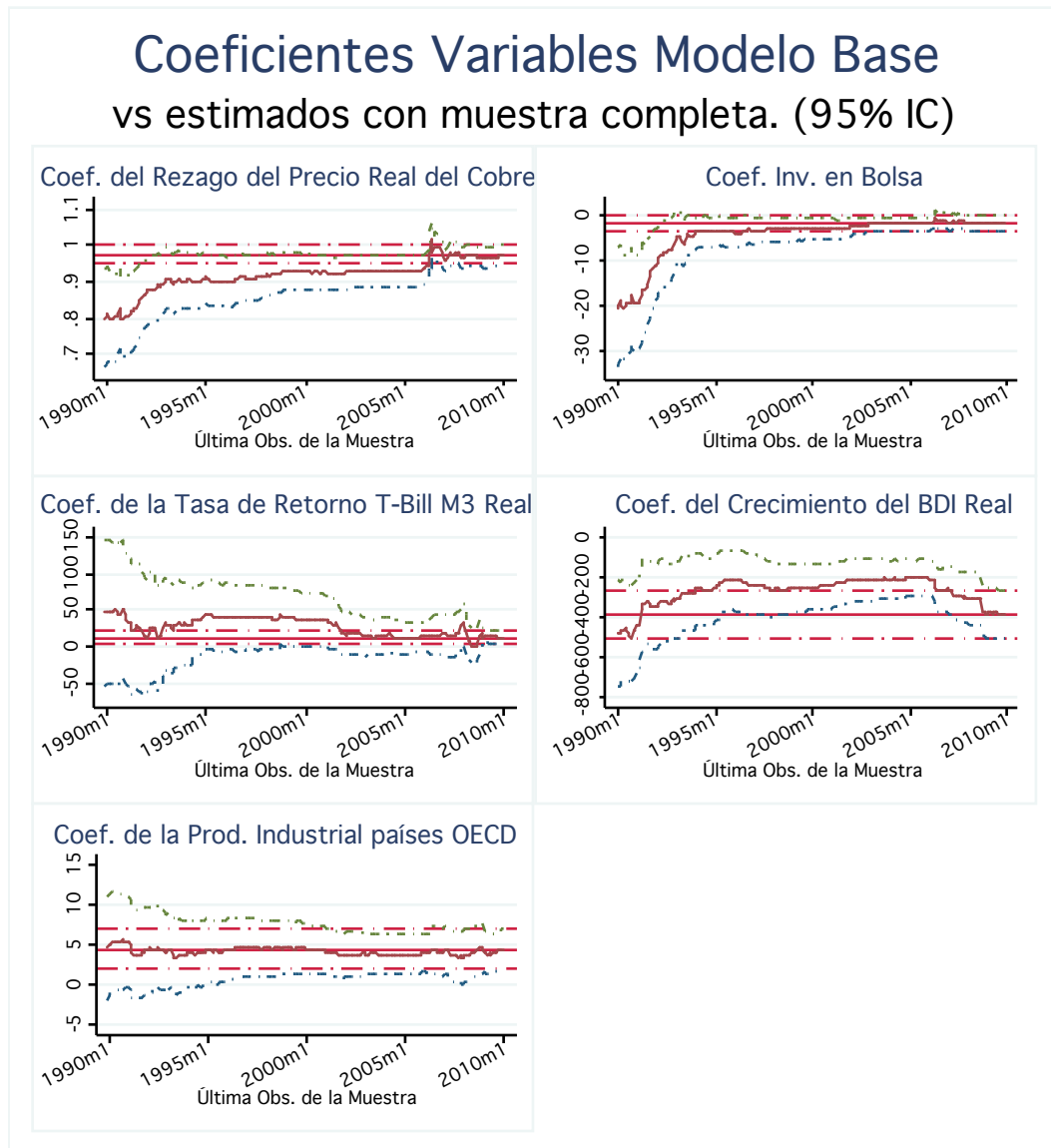


Figura 13: Coeficientes de las Variables en Niveles del Modelo Base a través del tiempo

adicional de inventario de cobre implique una baja aproximada de $\$1,5$ en el precio. De igual forma que en las variables estacionarias se comportan los retornos de los T-Bills a 3 meses, a diferencia de que en esta ocasión se mantiene positivo, pero sigue siendo no significativo hasta el final cuando se regresiona con todos los datos. Similar forma tiene el crecimiento del tipo de cambio real del dólar a través del Broad Dollar Index, el cual frente a aumentos del índice implicaba caídas de hasta $\$5$ de dólar la libra, disminuyendo a $\$3$. A fines de 2005 aumenta, en valor absoluto, el coeficiente de la variable hasta llegar cerca de

-400. El coeficiente de la producción industrial de los países de la OECD se ha mantenido estable en el tiempo, sin grandes cambios. Esto significa que por cada 1 % de crecimiento industrial, el precio del cobre aumentaba a menos de $\text{¢}5$.

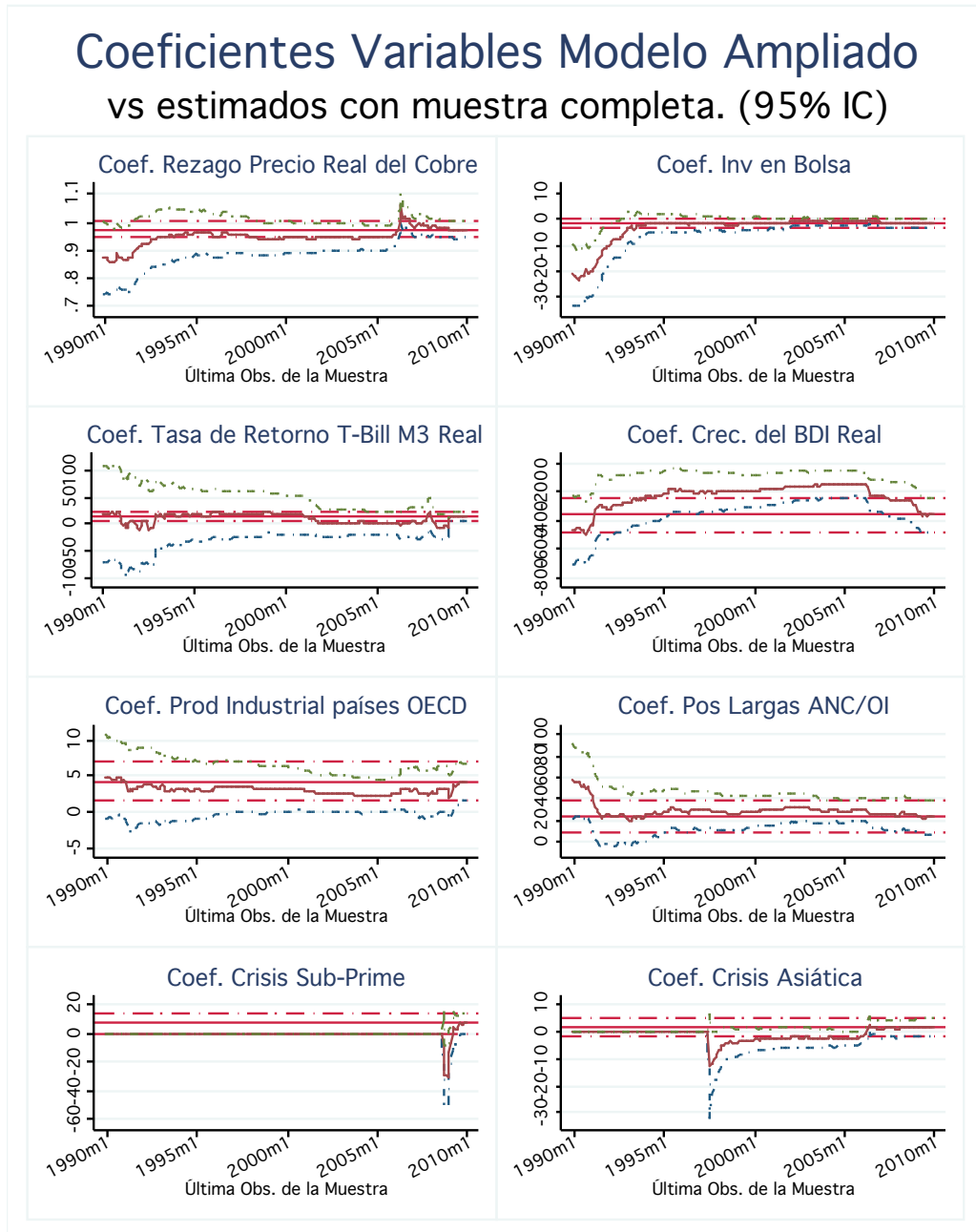


Figura 14: Coeficientes de las Variables en Niveles del Modelo Ampliado a través del tiempo

La figura 14 nos muestra los coeficientes del modelo ampliado. Para las variables fun-

damentales no hay gran diferencia en el comportamiento temporal con respecto al modelo base. El coeficiente de las posiciones largas de los agentes comerciales con respecto al total de contratos en el mercado fue perdiendo importancia dentro del modelo hasta el año 1992 aproximadamente, pero luego se observa un incremento en el valor del coeficiente, manteniéndose cerca de 30. Esto significa que frente a aumentos de un 10% de las posiciones largas sobre el total del mercado implica aumentos de $\$3$ en el precio del cobre. A fines de 2005, el valor del coeficiente empieza a decaer llegando a un valor sobre 20. El coeficiente de la Crisis Sub-Prime se comporta de igual forma que en las variables estacionarias: una caída al comienzo de la crisis pero luego presenta una rápida recuperación, pasando por sobre cero y manteniéndose positivo. El de la Crisis Asiática presenta una caída al inicio con una recuperación estable. Ya para fines de 2006, se pierde el efecto de la crisis reportado por la variable.

8. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo es encontrar evidencia que nos permita decir si el precio del cobre aumentaba a causa del ingreso de agentes especuladores al mercado mediante los diversos fondos de inversiones. Los resultados de las diversas estimaciones que se realizaron muestran que la variable empleada para ello, posiciones largas de agentes no comerciales sobre el total de los contratos del mercado, resulta ser significativa para cada estimación. El comportamiento de esta variable en el tiempo ha estado por debajo del 40% pero a partir del año 2002 hasta antes de 2005 se puede apreciar un aumento que lleva a que las posiciones largas de estos agentes sea algo menor al 60% del mercado de contratos futuros. A pesar de eso, el coeficiente de la variable no resulta ser tan grande como para causar el aumento en el precio que se ha visto desde el año 2005 en adelante por sí solo.

Esto significa que, a pesar de ser una variable significativa, la especulación en el mercado del cobre no ha sido la causal del incremento del precio del cobre, por lo que se podría decir que los agentes no comerciales participan del mercado pero no tienen la capacidad de mover el precio.

Estas conclusiones se basan en el uso de los contratos a futuros de los agentes especuladores para participar en el mercado; pero los agentes no usan únicamente contratos de futuros para participar en el mercado. Existe una variedad de activos que tienen relación con los *commodities* pero no se tiene certeza de la cantidad de ellos. El principal ejemplo son contratos específicos que realizan los agentes, *Over-The-Counter*, de los cuales no se tienen registros como para poder considerarlos en el estudio. La existencia de nuevos fondos de inversiones que se basan en *commodities* puede ayudar a mejorar los modelos que se

pueden formular para explicar el comportamiento del precio del cobre pero sólo en parte; ya que estos fondos se basan principalmente en índices y no en el activo en sí. Este problema puede desaparecer en poco tiempo; ya que las instituciones financieras se están enfocando en crear instrumentos de inversión respaldados por el activo subyacente, es decir, que el fondo de cobre está respaldado por cobre que mantiene el emisor. Lamentablemente, estos instrumentos no se podrán ocupar en el corto plazo debido a los pocos datos existentes como para que se comporten como normales.

Otro problema que presentan los modelos de este trabajo es la no incorporación de China en ellos. Esto se debe a que las series que obtuvieron para China eran muy cortas para poder incorporarlas. A pesar de eso, se intentó incorporarla como una variable binaria en base a lo expuesto por Pérez, pero el resultado que se obtuvo fue una variable no significativa con un *p-value* de 0,54. Cuando se analiza el comportamiento del coeficiente de esta variable en el tiempo vemos que tiene un comportamiento inusual en el sentido que partía con signo negativo y casi, cuando se regresiona con todos los datos, se obtiene un coeficiente positivo, cercano a cero y no significativo.

Al realizar un *Rolling-Reg* para analizar el comportamiento que han tenido los coeficientes de los modelos a través del tiempo, vemos que el coeficiente de la variable de especulación sufre un aumento entre el año 1994 hasta el 2000, luego se mantiene un par de años para finalmente caer de manera leve hasta el valor actual. Esto nos muestra que la especulación en el modelo se volvió más importante durante esos años para explicar el precio del cobre.

Hay que considerar la posibilidad de cambios estructurales en el modelo, ya que después del año 2006, la variación del precio se eleva de una forma similar que entre los años 1964 a 1975 en términos reales. Para esa ocasión, el precio llegó a un máximo de ¢481 la libra. Este fuerte aumento hace que el error del modelo aumente con respecto al nivel de error con que parte el modelo.

Vial (1988) menciona en su tesis doctoral que en el largo plazo el consumo de cobre podría disminuir debido a las innovaciones de materiales que aparecerían como fuertes sustitutos del cobre en algunas áreas. Él da el ejemplo de la aparición de la fibra óptica en la industria de las telecomunicaciones. Pero gracias a la investigación y desarrollo se ha descubierto un nuevo uso para el cobre, el cual podría significar una mayor demanda del cobre. Este nuevo uso se basa en la propiedad bactericida descubierta en el cobre; Lo que significa que las bacterias en contacto con el cobre viven menos tiempo que en otros metales, por lo que su uso aumentaría para recubrir elementos en lugares de alta concurrencia de personas como lugares públicos, transporte masivo, centros de atenciones de salud, etcétera para ayudar a reducir el contagio. En el caso de hospitales, se puede

ayudar a disminuir las infecciones intrahospitalarias, por ejemplo. También se puede usar en prendas de vestir lo que ayudaría a reducir la cantidad de bacterias y enfermedades. Además, hay que considerar que el mercado automotriz está tomando un giro en el uso de motores debido a una fuerte presión en convertirse más amigables con el medio ambiente. Esto los ha hecho hacer automóviles híbridos en base a motores eléctricos, los cuales para su construcción requieren de cobre. Si la industria de automóviles aumenta su oferta de vehículos que emplean la energía eléctrica como medio de propulsión, deberíamos observar un crecimiento en la demanda por cobre.

En conclusión, no se logra obtener en este trabajo evidencia suficiente que nos permita asegurar que el aumento de precio del cobre se deba a especulación por parte de agentes no comerciales que participan en el mercado. Los resultados nos muestran que la participación de los agentes puede hacer variar el precio levemente. China en actualidad es uno de los principales agentes dentro del mercado, por lo que su incorporación en él puede tener un gran efecto en el precio que la modelación de este trabajo no pudo capturar, por lo que los trabajos futuros deben considerar, si es que los datos lo permiten. Por otro lado, la carencia de datos de instrumentos de inversión puede subestimar las conclusiones de este trabajo con respecto a los agentes no comerciales dentro del mercado, por lo que a medida que se obtengan más datos que puedan capturar estos efectos ayudarán a entender de mejor forma los efectos que pueden tener estos agentes no sólo en el mercado del cobre, sino que en los mercados de los *commodities*.

Referencias

- Juan Cristóbal Ciudad. Determinantes del precio del cobre en las bolsas de metales. *CEPAL - Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, 84 (2005).
- Jose De Gregorio, Hermann Gonzalez, y Felipe Jaque. Fluctuaciones del Dólar, Precio del Cobre y Términos de Intercambio. *Working Papers, Banco Central de Chile*, 310 (2005).
- Dietrich Domanski y Alexandra Heath. Financial investors and commodity markets. *BIS Quarterly Review*, páginas 53–67 (2007).
- Eduardo Engel y Rodrigo Valdes. Prediciendo el Precio del Cobre ¿Más allá del Camino Aleatorio? *Centro de Economía Aplicada, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile* (2001).
- Eugene F. Fama. Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25, n° 2:383–417 (1970).
- Franklin M. Fisher, Paul H. Cootner, y Martin Neil Baily. An econometril model of the world copper industry. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 3, n° 2:568–609 (1972). doi:10.2307/3003125.
- Sanford J Grossman y Joseph E Stiglitz. On the impossibility of informationally efficient markets. *American Economic Review*, 70, n° 3:393–408 (1980).
- Erik Heimlich. China, Desarrollo Económico y Consumo de Cobre. *Comisión Chilena del Cobre, Dirección de Estudios* (2008).
- Patricio Jaramillo y Jorge Selaive. Actividad Especulativa y Precio del Cobre. *Working Papers, Banco Central de Chile*, 384 (2006).
- Steven L. Jones y Jeffrey M. Netter. Efficient capital markets. the concise encyclopedia of economics. <http://www.econlib.org/library/Enc/EfficientCapitalMarkets.html> (2008).
- A. Enis Kocagil. Does Futures Speculation Stabilize Spot Prices? Evidence From Metals Markets. *Department of Mineral Economics - Pennsylvania State University* (1994).
- Eduardo López, Francisco Meneses, y Víctor Riquelme. Elasticidades de Precios de Productos Básicos Relevantes para la Economía Chilena. *Economía Chilena*, 12, n° 3:103–116 (2009).
- Victor K. Ng y Stephen Craig Pirrong. Fundamentals and Volatility: Storage, Spreads, and the Dynamics of Metals Prices. *Journal of Business*, 67, n° 2:203–230 (1994).

Organización de las Naciones Unidas. *Trade And Development Report*. New York, Geneva (2009).

Patricio Pérez. Modelo de Proyección Trimestral del Precio del Cobre en el Escenario Actual. *Comisión Chilena del Cobre, Dirección de Estudios* (2009).

Joaquín Vial. *An econometric study of the world copper market*. Tesis Doctoral, Universidad de Pennsylvania (1988).

Joaquín Vial. El Mercado Mundial del Cobre: Determinantes Economicos de su estructura y Evolución - Versión final revisada. páginas 1-92 (2003).